

10/540758

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年8月5日 (05.08.2004)

PCT

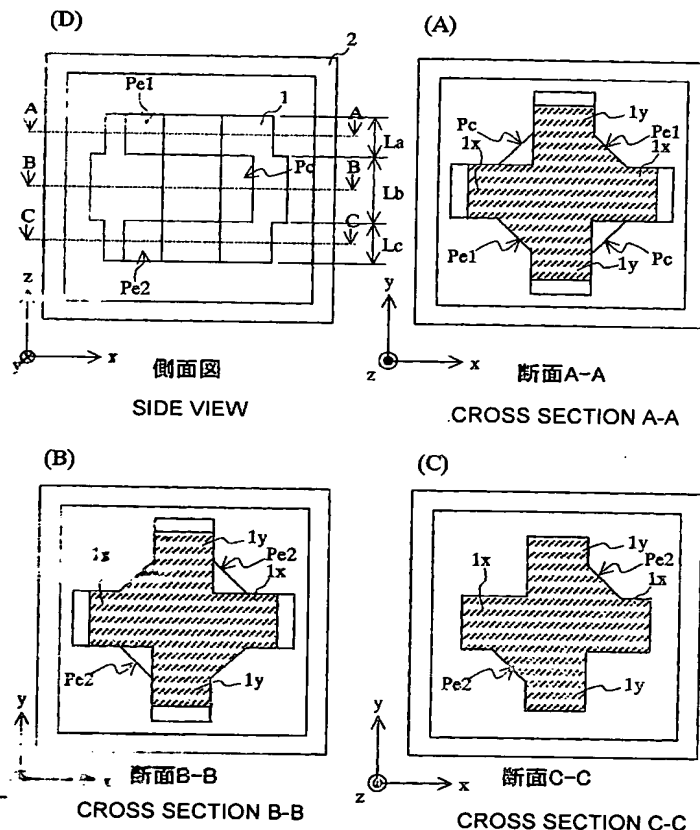
(10) 国際公開番号
WO 2004/066430 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01P 1/208, 7/10 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/000409 (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 和田 貴也 (WADA, Takaya) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社 村田製作所内 Kyoto (JP). 服部 準 (HATTORI, Jun) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社 村田製作所内 Kyoto (JP).
(22) 国際出願日: 2004年1月20日 (20.01.2004)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2003-015906 2003年1月24日 (24.01.2003) JP (74) 代理人: 小森 久夫 (KOMORI, Hisao); 〒5400011 大阪府大阪市中央区農人橋1丁目4番34号 Osaka (JP).
(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社 村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 Kyoto (JP). (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,

[続葉有]

(54) Title: MULTIMODE DIELECTRIC RESONATOR DEVICE, DIELECTRIC FILTER COMPOSITE DIELECTRIC FILTER, AND COMMUNICATION DEVICE

(54) 発明の名称: 多重モード誘電体共振器装置、誘電体フィルタ、複合誘電体フィルタおよび通信装置



(57) Abstract: Two TE modes the electric fields of which rotates on mutually perpendicular planes are coupled independently of the coupling of two TM modes the electric fields of which are oriented in the directions in the same perpendicularity relation of the TE modes. A multimode dielectric resonator device have four modes: TM01 δ -x mode, TM01 δ -y mode, TE01 δ -x mode, and TE01 δ -y mode. Protrusion portions (Pe1, Pe2) are provided to upper and lower layer portions (La, Lc) of a dielectric core (1). Therefore, the effective dielectric constant of the portion where the dielectric flux of the even mode of the TE coupling modes passes is made different from that of the portion where the dielectric flux of the odd mode of the TE coupling modes passes. A protrusion portion (Pc) is provided to an intermediate layer portion (Lb) of the dielectric core (1). Therefore, the effective dielectric constant of the portion where the dielectric flux of the even mode the TM coupling modes passes is almost equal to that of the portion where the dielectric flux of the odd mode of the TM coupling modes passes. Thus, while suppressing the coupling between the TM01 δ -x mode and the TM01 δ -y mode, the coupling of the TE01 δ -x mode and TE01 δ -y mode is established.

[続葉有]



NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 電界の回る面が直交関係にある2つのTEモード同士を、その同じ直交関係にある向きにそれぞれ電界が向く2つのTMモード間の結合とは独立して結合させる。TM01 δ -xモード, TM01 δ -yモード, TE01 δ -xモード, TE01 δ -yモードの4つのモードが生じる多重モード誘電体共振器装置において、誘電体コア(1)の上層部(La)と下層部(Lc)に膨出部(Pe1), (Pe2)を設けてTE結合モードの偶モードと奇モードの電束が通るそれぞれの部分の実効誘電率に差を持たせる。また誘電体コア(1)の中層部LbにTM結合モードの偶モードと奇モードの電束が通る部分の実効誘電率が略等しくなるように膨出部(Pc)を形成する。これによりTM01 δ -xモード-TM01 δ -yモードの結合を抑制しつつ、TE01 δ -xモード-TE01 δ -yモードの結合を図る。

明 細 書

多重モード誘電体共振器装置、誘電体フィルタ、 複合誘電体フィルタおよび通信装置

5

技術分野

この発明は、多重モードで動作する誘電体共振器装置、それを備えた誘電体フィルタ、複合誘電体フィルタおよび通信装置に関するものである。

10 背景技術

従来、キャビティ内に誘電体コアを配置し、複数のTMモードおよびTEモードを利用するようにした多重モード誘電体共振器装置が特開平11-145704号公報に開示されている。

この多重モード誘電体共振器装置は、誘電体コアの形状によって所定の
15 モード間の結合をとる場合、結合すべきモードの電界の集中する部分に溝または孔を設けて電磁界に対する擾動をかけて共振モード間のエネルギーをやり取りさせることによって結合をとるようにしている。

ところが、従来の多重モード誘電体共振器装置においては、TEモードとTEモードとの間で結合をとる場合、単に結合させるべき2つのモード
20 の電界の集中する部分にのみ着目して誘電体コアの形状を定めても、それと同時にTMモードとTMモードとの間でも結合が生じてしまうという問題があった。

例えば、 x 、 y 、 z 直交座標系で、 x 軸に垂直な面に沿って電界が回るTE 01δ - x モードと、 y 軸に垂直な面に沿って電界が回るTE 01δ - y
25 モードを結合させる場合、両モードの結合モードである偶モードと奇モードの電束が通る部分に溝や孔を設けて偶モードと奇モードの共振周波数に差を持たせ、そのことによって上記2つのTEモード同士を結合させるこ

とができる。

しかし上記溝や孔は x 方向に電界が向く $TM_{01\delta-x}$ モードと、 y 方向に電界が向く $TM_{01\delta-y}$ モードとの間にも摂動を生じさせて、この2つの TM モード同士も結合してしまう。すなわち TM モードと TE モードの両方を利用する多重モード誘電体共振器においては、 TE モードー TE モード間の結合を行う場合に、 TM モードー TM モード間の結合も同時に生じてしまい、 TE モードー TE モード間の結合量を独立して定めることが困難であった。

また、 TE モードー TE モード間の結合をとるために誘電体コアに結合用の溝を設けるか一部を突出させる形状にすると、その影響により電束密度分布の形状が乱れて、基本モードの周波数が上昇または下降してしまう。そのため、複数の共振モードを順に結合させてフィルタを構成した場合のそのフィルタ特性の調整の難易度が増すという問題があった。

そこで、この発明の目的は、電界の回る面が直交関係にある2つの TE モード同士を、その同じ直交関係にある向きにそれぞれ電界が向く2つの TM モード間の結合とは独立して結合させるようにした多重モード誘電体共振器装置を提供することにある。

また、この発明の他の目的は、上記関係の TM モード同士の結合を回避して TE モード同士の結合を行い、一方の TM モードー TE モード間の結合および他方の TM モードー TE モード間の結合を行って、 TM モードー TE モードー TE モードー TM モードの4段の共振器を備えた多重モード誘電体共振器装置、更にそれを備えた誘電体フィルタ、複合誘電体フィルタおよび通信装置を提供することにある。

25 発明の開示

この発明は、キャビティ内に誘電体コアを配置し、第1方向に電界が向く第1の $TM_{01\delta}$ または TM_{011} モード、第1方向に直交する第2方

向に電界が向く第2のTM01 δ またはTM011モード、第1方向に垂直な面に沿って電界が回る第1のTE01 δ モード、第2方向に垂直な面に沿って電界が回る第2のTE01 δ モードがそれぞれ生じる多重モード誘電体共振器装置において、

5 第1・第2のTE01 δ モードによるTE結合モードの偶モードと奇モードの電束が通るそれぞれの誘電体コア部分の実効誘電率に差を持たせ、且つ第1・第2のTM01 δ またはTM011モードによるTM結合モードの偶モードと奇モードの電束が通るそれぞれの誘電体コア部分の実効誘電率を略等しくしたことを特徴としている。

10 このことにより第1・第2のTE01 δ モードによる2つの結合モードである偶モードと奇モードの周波数に差が生じて、第1・第2のTE01 δ モードが結合し、且つ第1・第2のTM01 δ またはTM011モードによる2つの結合モードである偶モードと奇モードの周波数に差が生じなくて、第1・第2のTM01 δ またはTM011モード同士が結合しない
15 。すなわち第1・第2のTE01 δ モード同士の結合を独立して定められるようになる。

また、この発明は、前記TE結合モードの偶モードと奇モードについて、電束が通る誘電体コア部分の膨出量または陥没量に差をもたせ、且つ該膨出量または陥没量の差による、前記TM結合モードの偶モードと奇モード
20 の周波数変化を打ち消す陥没部または膨出部を前記TE結合モードの電束密度が相対的に低い誘電体コア部分に設けたことを特徴としている。

この構造により、TE結合モードの電束密度の高い位置に設けた誘電体コアの膨出量または陥没量の差によって生じるTM結合モードの偶モードと奇モードの周波数変化が打ち消されて、第1・第2のTM01 δ または
25 TM011モード同士の結合が回避できる。

また、この発明は、前記第1・第2のTM01 δ モードまたは第1・第2のTM011モードの電束密度分布の中心を第1・第2のTM01 δ モ

ードまたは第1・第2のTM011モードの電界の向く方向に垂直な面に沿って上方向または下方向にずらせて、第1・第2のTE01 δ モードを第1・第2のTM01 δ またはTM011モードにそれぞれ結合させることによって、第1のTM01 δ またはTM011モード、第1のTE01 δ モード、第2のTE01 δ モード、第2のTM01 δ またはTM011モード4段の共振器を備えたことを特徴としている。

このように第1・第2のTM01 δ モードまたは第1・第2のTM011モードの電束密度分布の中心を第1・第2のTM01 δ モードまたは第1・第2のTM011モードの電界の向く方向に垂直な面に沿って上方向または下方向にずらせることによって、第1・第2のTM01 δ またはTM011モードと第1・第2のTE01 δ モードとがそれぞれ結合する。その際、第1・第2のTM01 δ またはTM011モード同士では結合が生じないので、第1のTM01 δ またはTM011モード → 第1のTE01 δ モード → 第2のTE01 δ モード → 第2のTM01 δ またはTM011モード、が順に結合した4段の共振器として作用する。

また、この発明は、上記4段の共振器として作用する多重モード誘電体共振器装置と、その4段の共振器のうち初段および終段の共振器にそれぞれ外部結合する外部結合手段とを備えて誘電体フィルタを構成したことを特徴としている。

これにより、4段の共振器を備えた帯域通過特性を備えたフィルタとして作用する。

また、この発明は、上記誘電体フィルタを2組備えるとともに、それぞれの誘電体フィルタの一方の外部結合手段を共用して複合誘電体フィルタを構成したことを特徴としている。

例えば一方のフィルタを送信フィルタ、他方のフィルタを受信フィルタ、共用した外部結合手段をアンテナポートとして用いることによって、送受共用器として作用する。

また、この発明は、上記誘電体フィルタまたは複合誘電体フィルタを高周波回路部に備えて通信装置を構成することを特徴としている。

図面の簡単な説明

- 5 図1は、第1の実施形態に係る多重モード誘電体共振器装置の4つの共振モードの電束および磁束の向きを示す図である。図2は、同多重モード誘電体共振器の各モードの電束の通る向きを示す図である。図3は、誘電体コア1をキャビティ2の内面に当接させた状態での各モードの電束の通る向きを示す図である。図4は、4つの共振モードにおける電束密度の分布例を示す図である。図5は、4つの共振モードの結合順序を示す図である。図6は、キャビティ内における誘電体コアの各層での断面形状を示す図である。図7は、TE結合モードおよびTM結合モードに対するTE結合用膨出部の与える影響を示す図である。図8は、誘電体コア1に設ける膨出部Pの膨出量と各モードの共振周波数および結合係数の関係を示す図
- 10 である。図9は、誘電体コア1に設ける膨出部Pの膨出量と陥没部Sの陥没量と各モードの共振周波数および結合係数の関係を示す図である。図10は、誘電体フィルタの構成を示す図である。図11は、第2の実施形態に係る誘電体フィルタの構成を示す図である。図12は、第3の実施形態に係る誘電体フィルタの構成を示す図である。図13は、第3の実施形態に係る別の誘電体フィルタの構成を示す図である。図14は、第4の実施形態に係る誘電体フィルタの構成を示す図である。図15は、第4の実施形態に係る別の誘電体フィルタの構成を示す図である。図16は、第5の実施形態に係る誘電体フィルタの構成を示す図である。図17は、第5の実施形態に係る別の誘電体フィルタの構成を示す図である。図18は、第
- 20 6の実施形態に係る誘電体フィルタの構成を示す図である。図19は、第7の実施形態に係る誘電体フィルタの構成を示す図である。図20は、第8の実施形態に係る誘電体フィルタの構成を示す図である。図21は、第
- 25

9の実施形態に係る複合誘電体フィルタの構成を示す図である。図22は、第10の実施形態に係る通信装置の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

- 5 第1の実施形態に係る多重モード誘電体共振器装置について図1～図10を参照して説明する。

この第1の実施形態を含む各実施形態で示す装置に設ける誘電体コアは、装置の使用周波数帯域に応じてその材料を選定する。例えば、チタン酸ジルコニウム－チタン酸錫系化合物、希土類チタン酸バリウム系化合物、
10 チタン酸バリウム系化合物、亜鉛タンタル酸バリウム系化合物、マグネシウムタンタル酸バリウム系化合物、アルミニウム酸希土類－チタン酸カルシウム系化合物、チタン酸マグネシウム－チタン酸カルシウム系化合物からなる群より選択する。このときの比誘電率は20～130の任意の値をとる。この第1の実施形態およびそれ以降に示すその他の実施形態では、
15 比誘電率が38のチタン酸ジルコニウム－チタン酸錫系化合物を用いた。

図1はキャビティ内に配置する誘電体コアと、利用する4つの共振モードの形を表す斜視図である。図中実線の矢印は電気力線、破線の矢印は磁力線をそれぞれ表している。(A)は第1の $TM_{01\delta}$ モードである $TM_{01\delta-x}$ モード、(B)は第1の $TE_{01\delta}$ モードである $TE_{01\delta-y}$ モード、
20 (C)は第2の $TE_{01\delta}$ モードである $TE_{01\delta-x}$ モード、(D)は第2の $TM_{01\delta}$ モードである $TM_{01\delta-y}$ モードについて、それぞれ電気力線および磁力線によって電磁界分布を表している。

また、図2はキャビティも含めて4つのモードについて電束密度分布を示している。ここで(A)はz軸方向から見た図、(B)はy軸方向から
25 見た図である。また実線の矢印は電気力線を表している。このように誘電体コア1を略立方体形状のキャビティ2の内部に配置している。

$TM_{01\delta-x}$ モードはx方向に電界が向き、y-z面に平行な面に沿っ

て磁界が回る。この $TM_{01\delta-x}$ モードは、主として誘電体コアの x 方向部分 $1x$ 部分に電界が集中する。 $TM_{01\delta-y}$ モードは $TM_{01\delta-x}$ モードを z 軸を中心として 90° 回転させた関係にある。すなわち y 方向に電界が向き、それに垂直な面である $x-z$ 面に平行な面に沿って磁界が回る。
5 この $TM_{01\delta-y}$ モードは、主として誘電体コアの y 方向部分 $1y$ 部分に電界が集中する。

$TE_{01\delta-y}$ モードは y 方向に垂直な面沿って電界が回る。この $TE_{01\delta-y}$ モードは、主として誘電体コアの x 方向部分 $1x$ 部分に電界が集中する。 $TE_{01\delta-x}$ モードは $TE_{01\delta-y}$ モードを z 軸を中心として 90° 回転させた関係にある。すなわち x 方向に垂直な面沿って電界が回る。
10 この $TE_{01\delta-x}$ モードは、主として誘電体コアの y 方向部分 $1y$ 部分に電界が集中する。

誘電体コア1の P_m で示す部分は誘電体コア1からキャビティ2の内面方向へ突出させた突出部である。この誘電体コア突出部 P_m の端面とキャビティ2の内面との間に生じる容量部分に主として TM モードの電束が通
15 ることになる。すなわちこの誘電体コア突出部 P_m の端面とキャビティ2の内面との間に生じる容量によって TM モードの共振周波数を定めるとともに、誘電体コア1内部を通る TM モードの電束の独立性を高めている。

後に詳述するように、 $TE_{01\delta-y}$ モードと $TE_{01\delta-x}$ モードとを結合させようとする、それに符合して $TM_{01\delta-x}$ モードと $TM_{01\delta-y}$ モード同士の結合も同時に生じてしまう。
20

図4は上記4つの共振モードについての電束密度をシミュレーションによって求めた例を示している。このように $TM_{01\delta-x}$ モードは誘電体コアの x 方向部分 $1x$ の一方の端部に近接するキャビティの内面から他方の
25 端面に近接するキャビティの内面にかけて電束がはしる。

図3は、別の誘電体コア1を用いた例である。ここで(A)は z 軸方向から見た図、(B)は y 軸方向から見た図である。図2および図4に示し

た例では、誘電体コア 1 の四方の端面をキャビティ 2 の内面から離間させて $TM_{01\delta-x}$ モードおよび $TM_{01\delta-y}$ モードを生じさせたが、この図 3 に示すように、誘電体コア 1 の四方の端面をそれぞれキャビティ 2 の内面に当接させれば TM_{011x} モードおよび TM_{011y} モードとして作用させることができる。

図 5 は上記 4 つの共振モードの結合順を示している。この例では、 $TM_{01\delta-x}$ モードと $TE_{01\delta-y}$ モードとを結合させ、 $TE_{01\delta-y}$ モードと $TE_{01\delta-x}$ モードとを結合させ、更に $TE_{01\delta-x}$ モードと $TM_{01\delta-y}$ モードとを結合させる。また、これと同時に $TM_{01\delta-x}$ モードと $TM_{01\delta-y}$ モードとの結合が生じないようにする。

次に、 $TM_{01\delta-x}$ モードと $TM_{01\delta-y}$ モードとの結合を生じさせることなく $TE_{01\delta-y}$ モードと $TE_{01\delta-x}$ モードとを結合させるための構造を図 6 に示す。ここで (D) は y 軸方向を見た側面図、(A) はその A-A 部分の断面図、(B) は B-B 部分の断面図、(C) は C-C 部分の断面図である。誘電体コア 1 は基本的に三層構造を成し、(A) は上層 L_a 、(B) は中層 L_b 、(C) は下層 L_c のそれぞれの層部分での断面図である。上層 L_a 部分では (A) に示すように $x+y$ 方向 (x 方向を 0 度としたときの 45 度方向) に、および $-(x+y)$ 方向 (x 方向を 0 度としたときの -135 度方向) に膨出する誘電体コアの膨出部 P_{e1} を、誘電体コア 1 の x 方向部分 1_x と y 方向部分 1_y との交差部に形成している。また下層 L_c 部分には (C) に示すように同方向に膨出部 P_{e2} を形成している。中層 L_b 部分には (B) に示すように $y-x$ 方向 (x 方向を 0 度としたときの 135 度方向) および $x-y$ 方向 (x 方向を 0 度としたときの -45 度方向) にそれぞれ膨出する膨出部 P_c を形成している。

図 7 の (A), (B) は、図 6 に示した構造の誘電体コア 1 を用いた時の $TE_{01\delta-x}$ モードと $TE_{01\delta-y}$ モードによる 2 つの結合モード (TE 結合モード) の電束密度分布を示している。図 7 の (A) は偶モードの

電束密度分布、(B)は奇モードの電束密度分布をそれぞれ示している。
この場合、誘電体コアの膨出部P e 1は偶モードの電束が通る部分の実効
誘電率を高めるように作用する。このことは図6に示した下層の膨出部P
e 2が与える作用についても当てはまる。その結果、偶モードの共振周波
5 数が低下し、奇モードの共振周波数とに差が生じてTE 0 1 δ -xモードと
TE 0 1 δ -yモードとが結合することになる。

一方、図7の(C)はTM 0 1 δ -xモードとTM 0 1 δ -yモードによる
2つの結合モード(TM結合モード)の電束密度分布を示している。(C
)はその偶モードの電束密度分布、(D)は奇モードの電束密度分布をそ
10 れぞれ示している。ここで、膨出部P e 1は奇モードの電束が通る部分の
実効誘電率を高めるように作用する。このことは下層に設けた膨出部P e
2が与える作用についても当てはまる。そのため奇モードの共振周波数が
低下し、偶モードの共振周波数とに差が生じて、TM 0 1 δ -xモードとT
M 0 1 δ -yモードとが結合することになる。

ところが、図6に示した誘電体コア1の中層部分には膨出部P cを設け
ている。この膨出部P cは、上層と下層の膨出部P e 1, P e 2の膨出方
向に対して、z軸を中心として90°異なった方向に膨出させている。こ
の膨出部P cは図7の(C), (D)に示した場合とは逆に、TM結合モ
20 ードの偶モードの共振周波数を低下させる方向に作用する。その結果、膨
出部P e 1, P e 2およびP cの量を定めることによって、TM結合モー
ドの偶モードと奇モードの共振周波数は等しくすることができる。すなわ
ちTM 0 1 δ -xモードとTM 0 1 δ -yモードとの結合を抑制できる。上記
誘電体コア1の膨出部P cはTE結合モードに対してもある程度影響を与
25 えるが、TE結合モードの電束密度が誘電体コアの中層部より上層部およ
び下層部で相対的に高いため、TM結合モードに対する影響度より低い。
したがって上記膨出部P cはTE 0 1 δ -xモードとTE 0 1 δ -yモードと

の結合量に殆ど影響を与えない。

この作用を利用して、誘電体コア 1 の膨出部 P_{e1} 、 P_{e2} および P_c の膨出量を定めることによって、 $TM_{01\delta-x}$ モード- $TM_{01\delta-y}$ モード間の結合とは独立して $TE_{01\delta-x}$ モード- $TE_{01\delta-y}$ モード間の結合量を定めることができる。

ここで、誘電体コア 1 の x 方向部分と y 方向部分の交差部に設ける膨出部の膨出量を変化させた時の各共振モードの共振周波数および結合係数の変化の例を図 8・図 9 に示す。図 8 の (C) は誘電体コア 1 の上層・中層・下層の何れの部分においても図 8 の (A)，(B) に示すように、同一方向に誘電体コアの膨出部 P を形成し、その膨出量を変化させた時の例である。ここで KM は $TM_{01\delta-x}$ モードと $TM_{01\delta-y}$ モード間の結合係数、 KE は $TE_{01\delta-x}$ モードと $TE_{01\delta-y}$ モード間の結合係数、 TE_o は TE 結合モードの奇モードの周波数、 TE_e は TE 結合モードの偶モードの周波数、 TM_o は TM 結合モードの奇モードの周波数、 TM_e は TM 結合モードの偶モードの周波数をそれぞれ示している。

このように膨出部 P の長さ（膨出量を辺の長さで表している）を大きくするに伴って、 TE モード同士の結合量が増し、同時に TM モード同士の結合量も増す。

図 8 の (D) は誘電体コア 1 の上層部と下層部において図 8 の (A)，(B) に示すように膨出部 P を同方向に膨出させるとともに、 KM が略 0 となるように誘電体コア 1 の中層部において 90° 向きの異なった方向に膨出部 P を形成した場合の特性を示している。(C) では誘電体コア 1 の膨出部 P の膨出量を増すとともに TE_x 、 TE_y 、 TM_x 、 TM_y の何れもその共振周波数が低下するのに対し、(D) では TM_o と TM_e の周波数は殆ど一定となる。すなわち $TM_{01\delta-x}$ モードと $TM_{01\delta-y}$ モードとは結合しない。

図 9 に示す例は、誘電体コア 1 を (A) から (B) に示すように z 軸（

紙面に垂直な向き)を中心とする誘電体コア1の 180° 回転対称位置に膨出部Pを設けるとともに、上記z軸を中心として 90° 回転位置に陥没部Sを設けた場合について示している。図9の(C)は誘電体コア1の上層・中層・下層の何れにおいても同一方向において膨出部Pと陥没部Sを設けた場合、(D)は誘電体コア1の上層部と下層部において膨出部Pを同方向に膨出させ、陥没部Sを同方向に陥没させるとともに、誘電体コア1の中層部において 90° 向きの異なった方向に膨出部Pと陥没部Sを設けるとともに、KMが略0となるように中層部における膨出部Pの膨出量と、陥没部Sの陥没量を定めた場合の特性をそれぞれ示している。

- 10 このように膨出部とともに陥没部を形成することによって、(D)に示すようにKEを大きくすることができ、しかもTE₀が上昇するに伴いTE_eは下降する。従って基本モード(TE_{01δ-x}モードおよびTE_{01δ-y}モード)の周波数をそれぞれ略一定にしたまま両モードの結合係数を定めることができる。このため共振周波数とは独立して結合係数のみを調整することが容易となる。

- 15 図10は上記4つの共振モードを利用して4段の共振器からなる誘電体フィルタを構成した例である。(A)はキャビティの上面を取り除いた状態での平面図、(B)はキャビティ2の手前の壁面を取り除いたものとして表した正面図である。図10において誘電体コア1はキャビティ2の底面中央部に対して低誘電率の支持台3を介して接着固定している。これにより誘電体コア1をキャビティ2の略中央部に配置している。キャビティ2には同軸コネクタ5a、5bを取り付けていて、それらの中心導体を入出力プローブ4a、4bとしてキャビティ2の内部へ突出させている。プローブ4aは、誘電体コア1の主にx方向に電束が通るTM_{01δ-x}モードと電界結合する。プローブ4bは、誘電体コア1の主にy方向に電束が通るTM_{01δ-y}モードと電界結合する。

25 図5に示したTM_{01δ-x}モードとTE_{01δ-y}モードとの結合、およ

び $TE_{01\delta-x}$ モードと $TM_{01\delta-y}$ モードとの結合は、誘電体コア1の TM モードの電束密度の高い中層部 L_b の高さを中央の高さから上方向または下方向にずらせることによって行う。すなわち $TM_{01\delta-x}$ モードと $TM_{01\delta-y}$ モードの上下方向での電界強度のバランスが崩れて $TM_{01\delta-x}$ モードから $TE_{01\delta-y}$ モードへエネルギーが移り、両モード間で結合が生じる。同様に $TE_{01\delta-x}$ モードから $TM_{01\delta-y}$ モードへエネルギーが移り、両モード間で結合が生じる。

このようにして4段の共振器を備えた帯域通過特性を有する誘電体フィルタとして作用する。

10 なお、図10に示したプロープ4a, 4bの高さ方向 (z 軸方向)の位置を誘電体コア1の中央高さから上下いずれかの方向にずらせることによって、 $TM_{01\delta-x}$ モード, $TM_{01\delta-y}$ モードの電束密度の分布中心を上下方向にずらせることができるので、それによっても $TE_{01\delta-y}$ モード, $TE_{01\delta-x}$ モードとの結合をとることができる。

15 次に、第2の実施形態に係る誘電体フィルタの構造を図11に示す。ここでは誘電体コア1の TE 結合用膨出部 Pe_1 , Pe_2 としてフィレット形状としている。また TM 結合抑制用の膨出部 Pc についてもフィレット形状にしている。なお、積極的に膨出させない部分 (Pe_1 , Pe_2 , Pc の z 軸を中心とする 90° 回転位置)においてもフィレット形状にして、誘電体コア1にクラックが入りにくくしている。その他の部分については第1の実施形態に示したものと同様である。従って第1の実施形態の場合と同様に4段の共振器から成る帯域通過特性を備えたフィルタとして作用する。

25 図12・図13は第3の実施形態に係る誘電体フィルタの構成を示す図である。図12の(A)はキャビティ2内部の誘電体コア1の平面図、(B)は同誘電体コア1の正面図である。この誘電体コア1は、丁度図10に示した誘電体コア1の中層部 L_b を最も下方へずらせて下層部 L_c を無

くし、上層部L aと下層部L b' の2層構造にしたものに等しい。これにともない、プローブ4 a, 4 bも誘電体コア1の下層部L b' の中央部に配置している。このような2層構造としても、TE結合用膨出部P eの膨出に伴ってTE 0 1 δ -xモードとTE 0 1 δ -yモードとを結合させることができる。従って、この場合も4段の共振器から成る帯域通過特性を有するフィルタとして作用する。

図12に示した例では、誘電体コア1にTM 0 1 δ モード用に突出部P mを設けたが、図13に示すようにこの誘電体コア突出部P mを設けなくても、TM 0 1 δ モードの励振および外部結合をとることができる。その際、図13に示すように、プローブ4 a, 4 b側に誘電体コア1に対向する平面部を設けることによって、誘電体コア1を通るTM 0 1 δ モードの電束の誘電体コア1内部での独立性を高めることができる。

図14・図15は第4の実施形態に係る誘電体フィルタの構成を示している。何れの図においても(A)はキャビティ2内部での誘電体コア1の平面図、(B)はその正面図である。この第4の実施形態に係る誘電体フィルタで用いる誘電体コア1はその全体の外形が立方体形状を成し、その上層部L aに陥没部S e、下層部L b' に陥没部S cをそれぞれ形成している。誘電体コア1の上層部L aに形成した陥没部S eはTE結合モードの偶モードと奇モードの共振周波数に差を生じさせるので、この陥没部S eによってTE 0 1 δ -xモードとTE 0 1 δ -yモードとが結合する。また、下層部L bに形成した陥没部S cは上記陥没部S eの存在によるTM結合モードの偶モードと奇モードの周波数のずれを抑制するように作用する。したがって、陥没部S eとS cをバランスさせることによってTM 0 1 δ -xモードとTM 0 1 δ -yモードとの結合を抑制することができる。

図15に示す例は、図14において誘電体コア1に形成しているTM 0

1 δ モード用の突出部 P_m を無くしたものである。このような誘電体コアを用いても、同様に4段の共振器が順に結合した帯域通過特性を有するフィルタとして作用する。

図16・図17は第5の実施形態に係る誘電体フィルタの構造を示す図である。この誘電体フィルタで用いる誘電体コア1は図14に示した誘電体コア1を丁度円柱形状にしたものに等しい。すなわち誘電体コア1は全体に略円柱形状を成し、上層部 L_a にTE結合用陥没部 S_e を形成し、下層部 $L_{b'}$ にTM結合抑制用陥没部 S_c を形成している。また図17は図16における誘電体コア突出部 P_m を取り除いたものに等しい。このような形状によっても4段の共振器から成る帯域通過特性を有するフィルタとして作用する。

図18は第6の実施形態に係る誘電体フィルタの構成を示す図である。この例では、誘電体コア1は、その平面形状が十字型であり、その上層部 L_a にTE結合用陥没部 S_e を形成し、下層部 $L_{b'}$ にTM結合抑制用陥没部 S_c を形成している。陥没部 S_e はTE結合モードの偶モードと奇モードの共振周波数に差を生じさせるので、この陥没部 S_e によってTE $0_{1\delta-x}$ モードとTE $0_{1\delta-y}$ モードとが結合する。また、下層部 L_b に形成した陥没部 S_c は、上記陥没部 S_e の存在によるTM結合モードの偶モードと奇モードの周波数のずれを抑制するように作用する。したがって、陥没部 S_e と S_c をバランスさせることによってTM $0_{1\delta-x}$ モードとTM $0_{1\delta-y}$ モードとの結合を抑制することができる。

このような誘電体コアを用いても、同様に4段の共振器が順に結合した帯域通過特性を有するフィルタとして作用する。

図19は第7の実施形態に係る誘電体フィルタの構成を示す図である。この例では、誘電体コア1の上層部にTE結合用孔 H_e を形成し、下層部にTM結合抑制用孔 H_c をそれぞれ形成している。このようにTE結合モードの偶モードと奇モードの電束が通るそれぞれの部分の実効誘電率に差

を持たせ、且つTM結合モードの偶モードと奇モードの電束が通るそれぞれの部分の実効誘電率を略等しくすることができ、それによってTM01 δ -xモードとTM01 δ -yモードとを結合させることなくTE01 δ -xモードとTE01 δ -yモードとを結合させることができる。

- 5 図20は第8の実施形態に係る誘電体フィルタの構成を示す図である。ここで用いる誘電体コア1は図12に示した誘電体コア1と同様である。ただしキャビティ2の内部において、誘電体コア1の向きをz軸を中心として45°回転させた状態に配置している。またそれに伴ってプローブ4aプローブ4aを誘電体コアのx方向部分1xの端部付近に配置し、プローブ4bを誘電体コアのy方向部分1yの端部付近に配置している。但し、誘電体コアの1x、1yで示す部分はそれぞれx方向とy方向を向いていないが、図12に示した符号と対応させるために同符号を用いている。
- 10 ここで誘電体コア1の主に1x部分に電束が通るTMモードをTM01 δ (x+y)、誘電体コアの主に1y部分に電束が通るTMモードをTM01 δ (x-y)モードとし、更に1x部分に電界が回るTEモードをTE01 δ (x+y)モード、1y部分に電界が回るTEモードをTE01 δ (x-y)モードと呼ぶことができる。

- TE結合用膨出部Peの膨出に伴ってTE01 δ (x+y)モードとTE01 δ (x-y)モードとを結合させることができ、TM結合抑制用膨出部Pcの膨出によって、上記膨出部PeによるTM01 δ (x+y)モードとTM01 δ (x-y)モードとの間の結合を抑制することができる。従って、この場合も4段の共振器から成る帯域通過特性を有するフィルタとして作用する。

- 次に、第9の実施形態として複合誘電体フィルタの構成を図21に示す。
- 25 ここでRtx、Rrxで示す部分に図20に示した誘電体フィルタをそれぞれ構成している。プローブ4tx、4rxは共振器Rtx、Rrxの一方のTM01 δ モードに電界結合する。またプローブ4antは共振器

R t x, R r xの他方のTM01 δ モードにそれぞれ電界結合する。ここで、プローブ4 a n tは、送信信号が受信フィルタ側へ回り込まないように、また、受信信号が送信フィルタ側へ回り込まないように、位相調整を行っている。ここで、同軸コネクタ5 t xを送信信号入力部、5 r xを受
5 信信号出力部、5 a n tをアンテナ接続部とし、R t xを送信フィルタ、R r xを受信フィルタとして各共振モードの周波数を定めることによって、全体が送受共用器として作用する。

次に、第10の実施形態に係る通信装置の構成をブロック図として図22に示す。

10 ここで、デュプレクサには図21に示した送受共用器を用いる。このデュプレクサの送信信号入力ポートには送信回路を、受信信号出力ポートには受信回路をそれぞれ接続している。また、アンテナポートにはアンテナを接続している。このようにして、この発明に係る多重モード誘電体共振器装置を備えた通信装置を構成する。

15 この発明によれば、第1・第2のTE01 δ モードによる2つの結合モードである偶モードと奇モードの周波数に差が生じて、第1・第2のTE01 δ モードが結合し、且つ第1・第2のTM01 δ またはTM011モードによる2つの結合モードである偶モードと奇モードの周波数に差が生じなくて、第1・第2のTM01 δ またはTM011モード同士が結合し
20 ない。すなわち第1・第2のTE01 δ モード同士の結合を独立して定められるようになる。

また、この発明によれば、TE結合モードの偶モードと奇モードについて、電束が通る誘電体コア部分の膨出量または陥没量に差をもたせ、且つ該膨出量または陥没量の差による、TM結合モードの偶モードと奇モード
25 の周波数変化を打ち消す陥没部または膨出部を前記TE結合モードの電束密度が相対的に低い誘電体コア部分に設けたことにより、TE結合モードの電束密度の高い位置に設けた誘電体コアの膨出量または陥没量の差によ

って生じるTM結合モードの偶モードと奇モードの周波数変化が打ち消されて、第1・第2のTM01 δ またはTM011モード同士の結合が回避できる。

また、この発明によれば、第1・第2のTM01 δ モードまたは第1・
5 第2のTM011モードの電束密度分布の中心を第1・第2のTM01 δ
モードまたは第1・第2のTM011モードの電界の向く方向に垂直な面
に沿って上方向または下方向にずらせることによって、第1・第2のTM
01 δ またはTM011モードと第1・第2のTE01 δ モードとがそれ
ぞれ結合する。その際、第1・第2のTM01 δ またはTM011モード
10 同士では結合が生じないので、第1のTM01 δ またはTM011モード
→ 第1のTE01 δ モード → 第2のTE01 δ モード → 第2の
TM01 δ またはTM011モード、が順に結合した4段の共振器として
作用する。

また、この発明によれば、上記4段の共振器として作用する多重モード
15 誘電体共振器装置と、その4段の共振器のうち初段および終段の共振器に
それぞれ外部結合する外部結合手段とを備えることにより、小型の帯域通
過フィルタとして用いることができる。

また、この発明によれば、上記誘電体フィルタを2組備えるとともに、
それぞれの誘電体フィルタの一方の外部結合手段を共用することにより、
20 例えば一方のフィルタを送信フィルタ、他方のフィルタを受信フィルタ、
共用した外部結合手段をアンテナポートとする小型の送受共用器として用
いることができる。

また、この発明によれば、上記誘電体フィルタまたは複合誘電体フィル
タを高周波回路部に備えることによって、所定の高周波回路特性を備えた
25 小型の通信装置を構成することができる。

請 求 の 範 囲

(1) キャビティ内に誘電体コアを配置し、第1方向に電界が向く第1の
TM_{01δ}またはTM₀₁₁モード、第1方向に直交する第2方向に電界
5 が向く第2のTM_{01δ}またはTM₀₁₁モード、第1方向に垂直な面に
沿って電界が回る第1のTE_{01δ}モード、第2方向に垂直な面に沿って
電界が回る第2のTE_{01δ}モードがそれぞれ生じる多重モード誘電体共
振器装置において、

第1・第2のTE_{01δ}モードによるTE結合モードの偶モードと奇モ
10 ードの電束が通るそれぞれの誘電体コア部分の実効誘電率に差を持たせ、
且つ第1・第2のTM_{01δ}またはTM₀₁₁モードによるTM結合モー
ドの偶モードと奇モードの電束が通るそれぞれの誘電体コア部分の実効誘
電率を略等しくしたことを特徴とする多重モード誘電体共振器装置。

(2) 前記TE結合モードの偶モードと奇モードについて、電束が通る誘
15 電体コア部分の膨出量または陥没量に差をもたせ、且つ該膨出量または陥
没量の差による、前記TM結合モードの偶モードと奇モードの周波数変化
を打ち消す陥没部または膨出部を前記TE結合モードの電束密度が相対的
に低い誘電体コア部分に設けた請求項1に記載の多重モード誘電体共振器
装置。

(3) 前記第1・第2のTM_{01δ}モードまたは第1・第2のTM₀₁₁
20 モードの電束密度分布の中心を前記第1・第2のTM_{01δ}モードまたは
第1・第2のTM₀₁₁モードの電界の向く方向に垂直な面に沿って上方
向または下方向にずらせて、第1・第2のTE_{01δ}モードを第1・第2
のTM_{01δ}またはTM₀₁₁モードにそれぞれ結合させることによって
25 、第1のTM_{01δ}またはTM₀₁₁モード、第1のTE_{01δ}モード、
第2のTE_{01δ}モード、第2のTM_{01δ}またはTM₀₁₁モードが順
に結合した4段の共振器を備えた多重モード誘電体共振器装置。

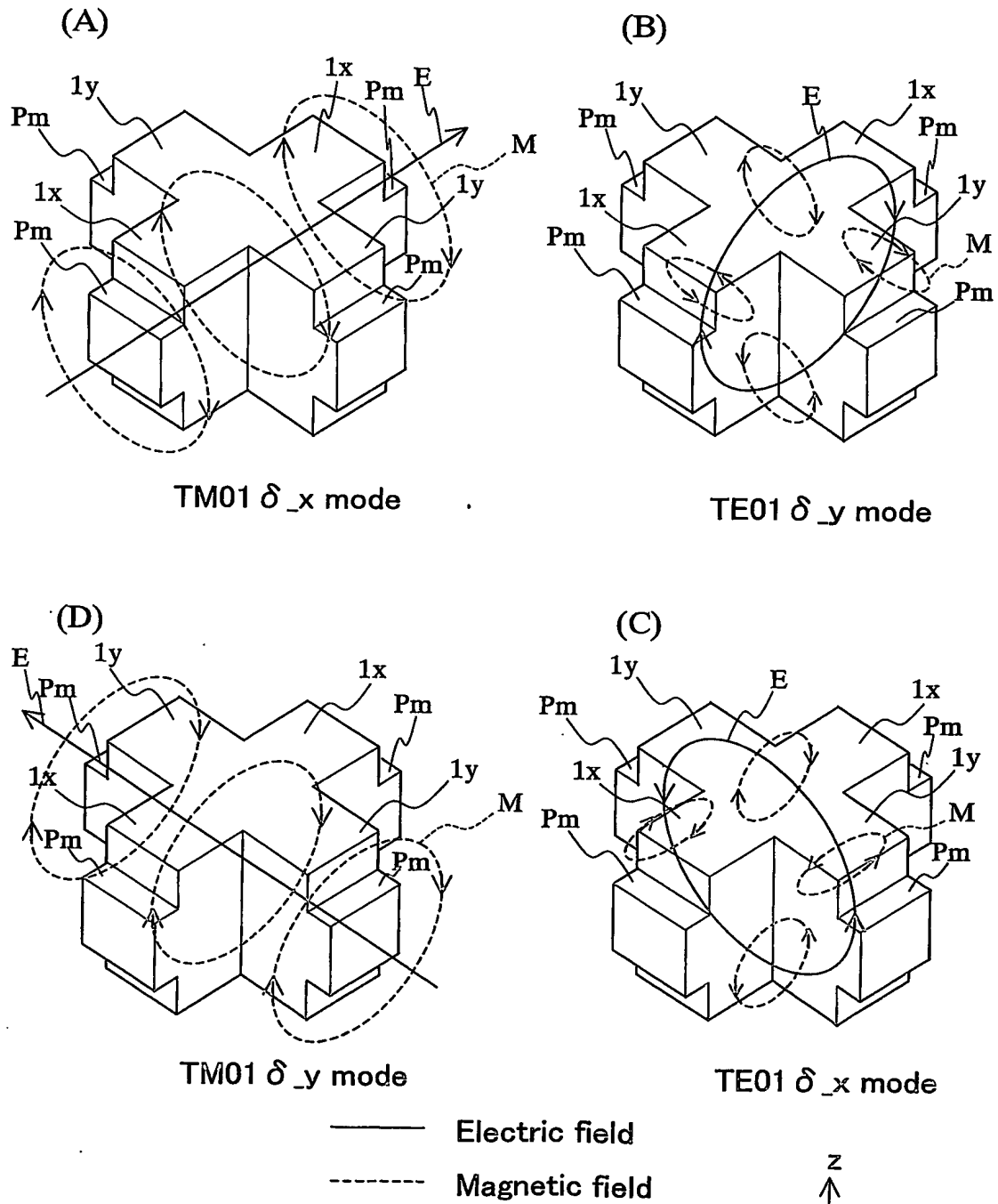
(4) 請求項 3 に記載の多重モード誘電体共振器装置と、該多重モード誘電体共振器装置に構成した前記 4 段の共振器のうち初段および終段の共振器にそれぞれ外部結合する外部結合手段とを備えてなる誘電体フィルタ。

(5) 請求項 3 に記載の誘電体フィルタを 2 組備えるとともに、それぞれの誘電体フィルタの一方の外部結合手段を共用した複合誘電体フィルタ。

(6) 請求項 4 に記載の誘電体フィルタ、または請求項 5 に記載の複合誘電体フィルタを高周波回路部に備えた通信装置。

1/22

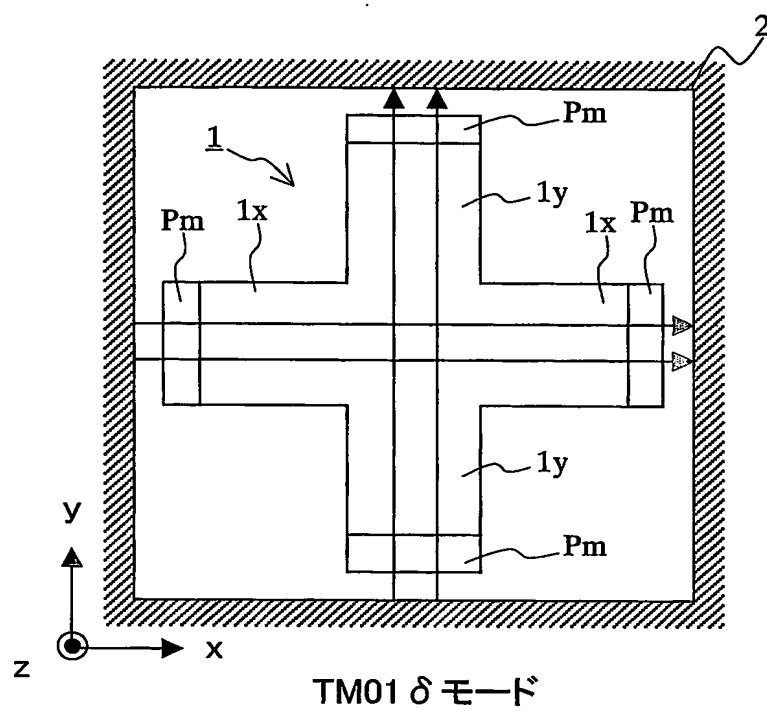
図1



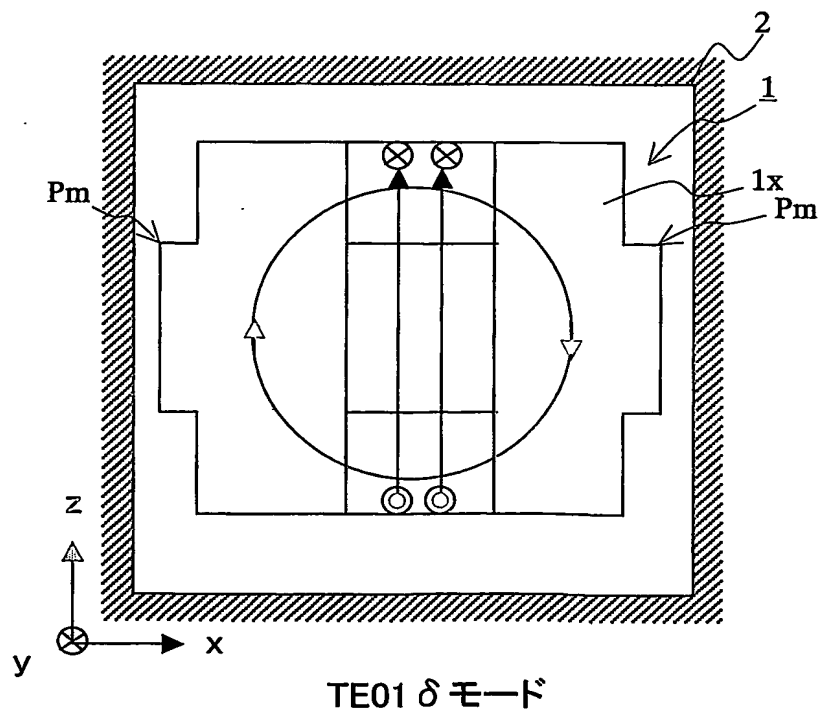
2/22

図2

(A)

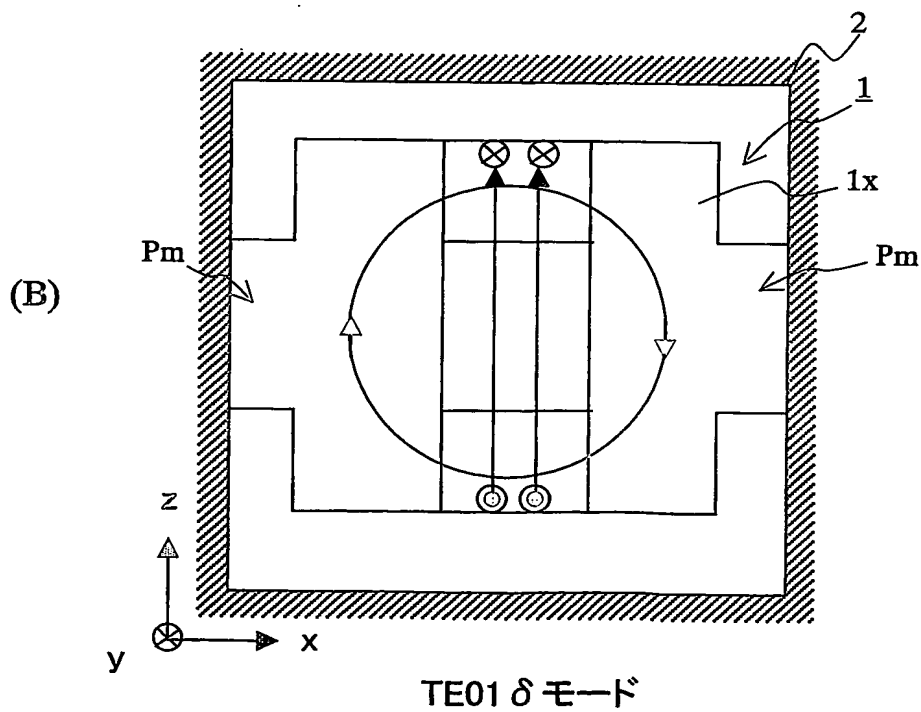
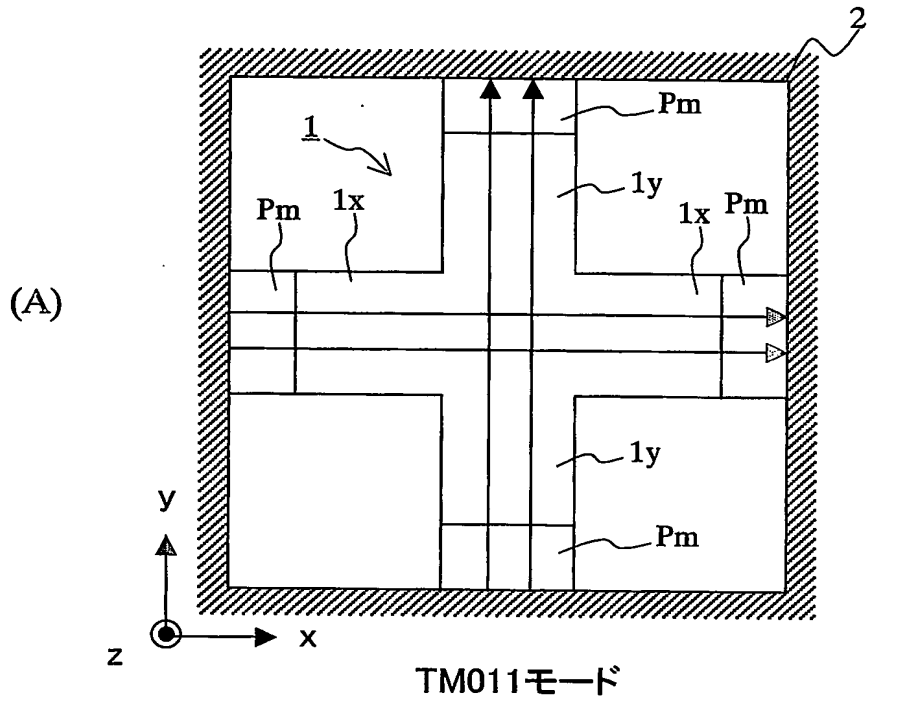


(B)



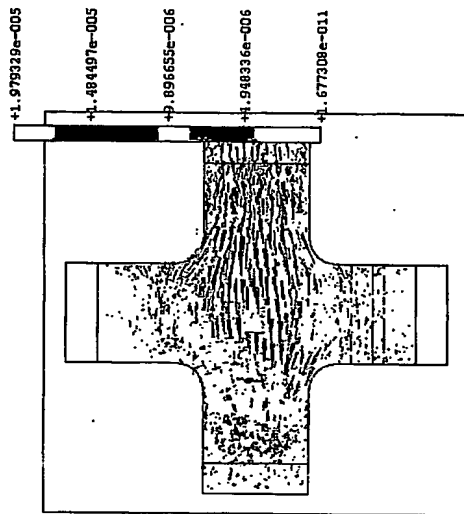
3/22

図3

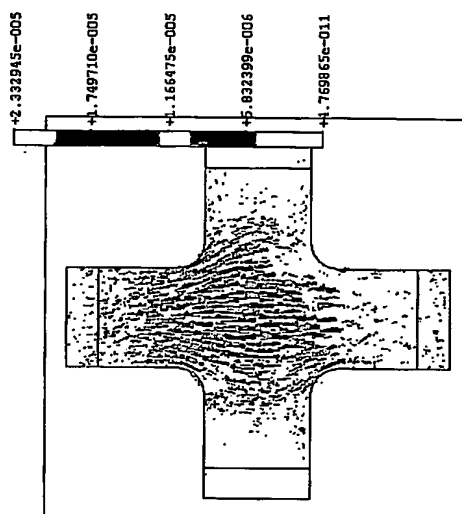


4/22

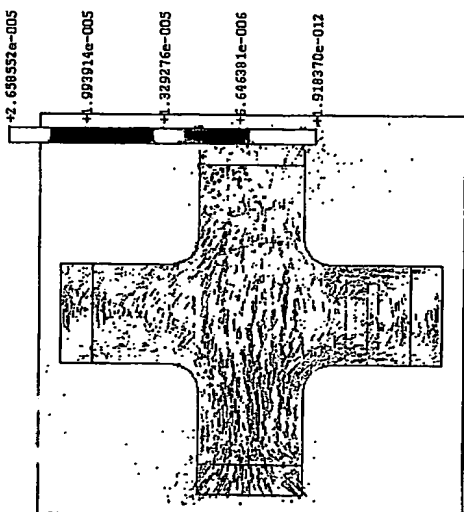
図4



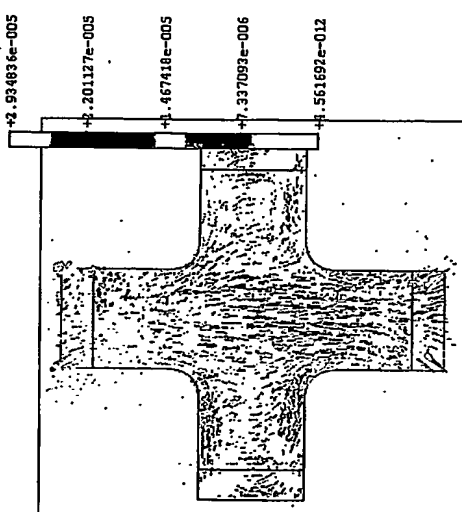
TE01 δ_y モード



TE01 δ_x モード



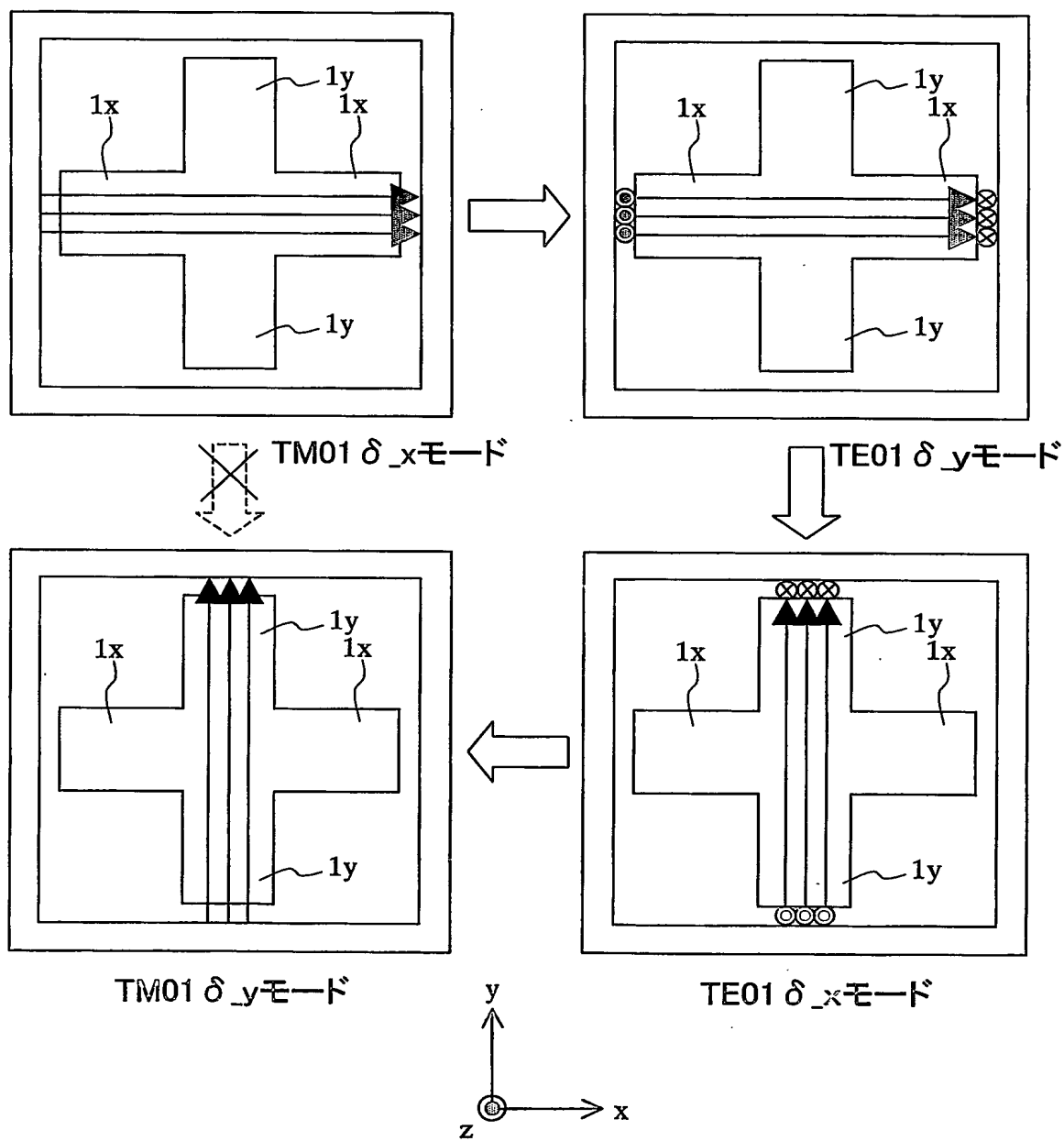
TM01 δ_x モード



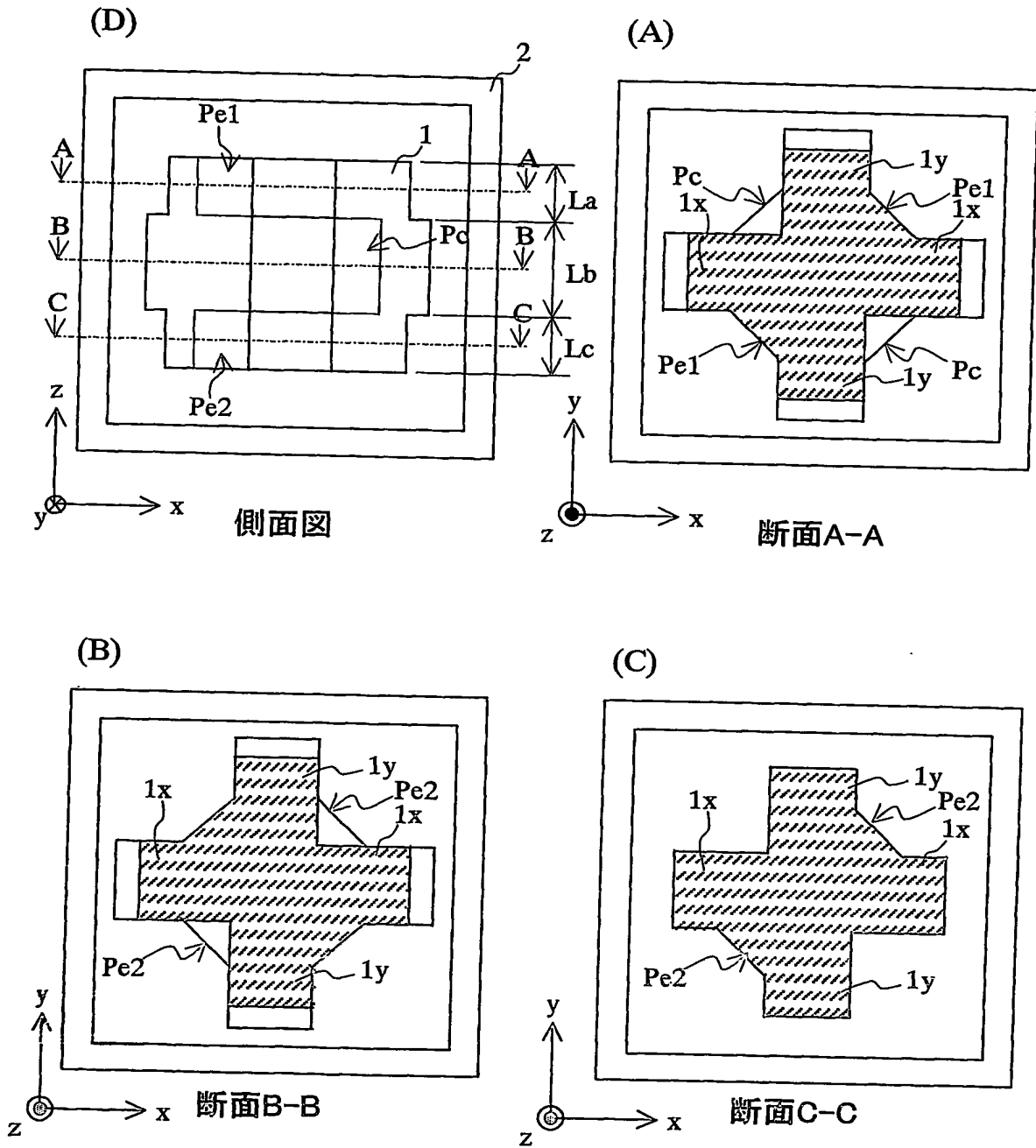
TM01 δ_y モード

5/22

図5

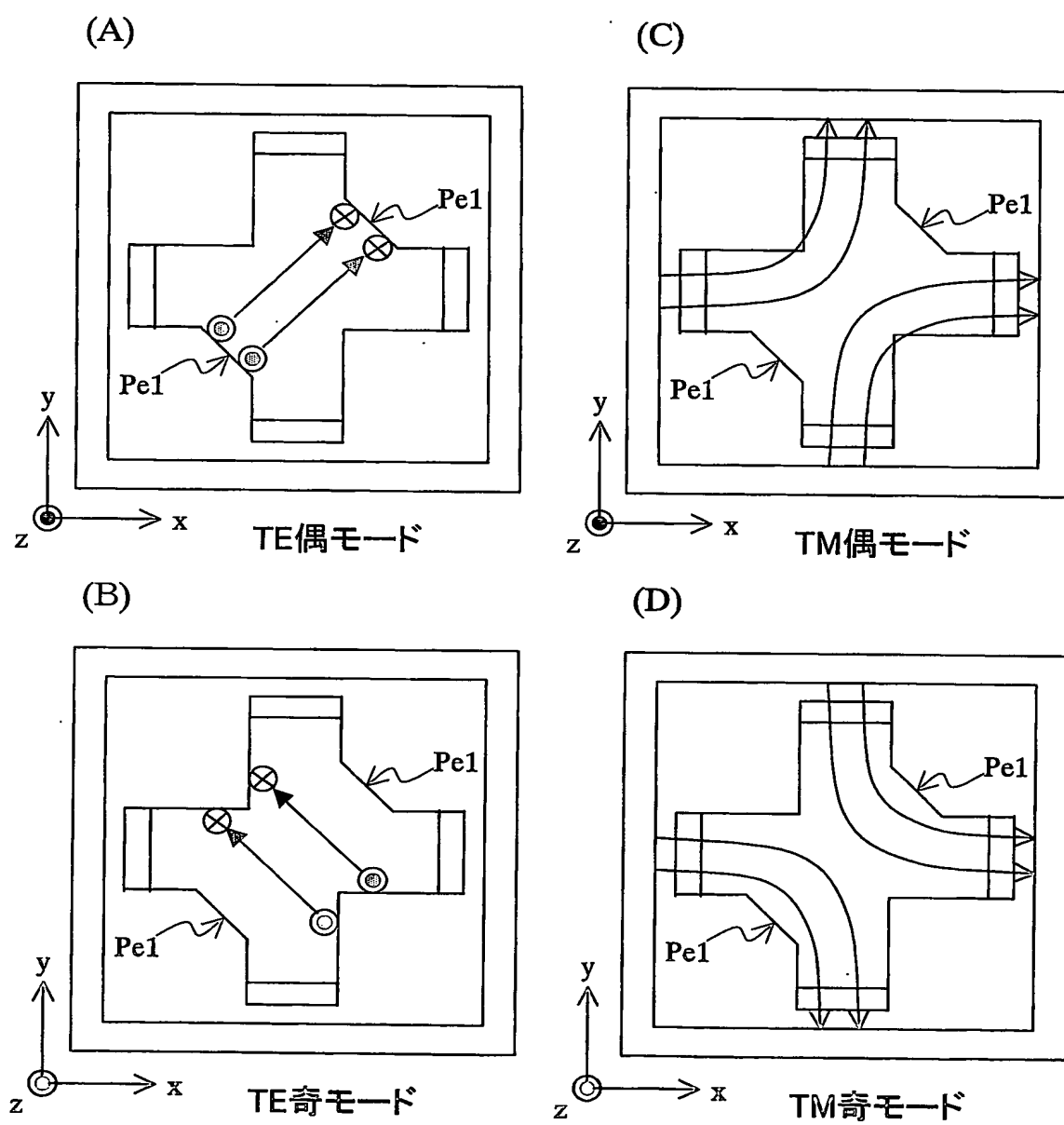


6/22
図6

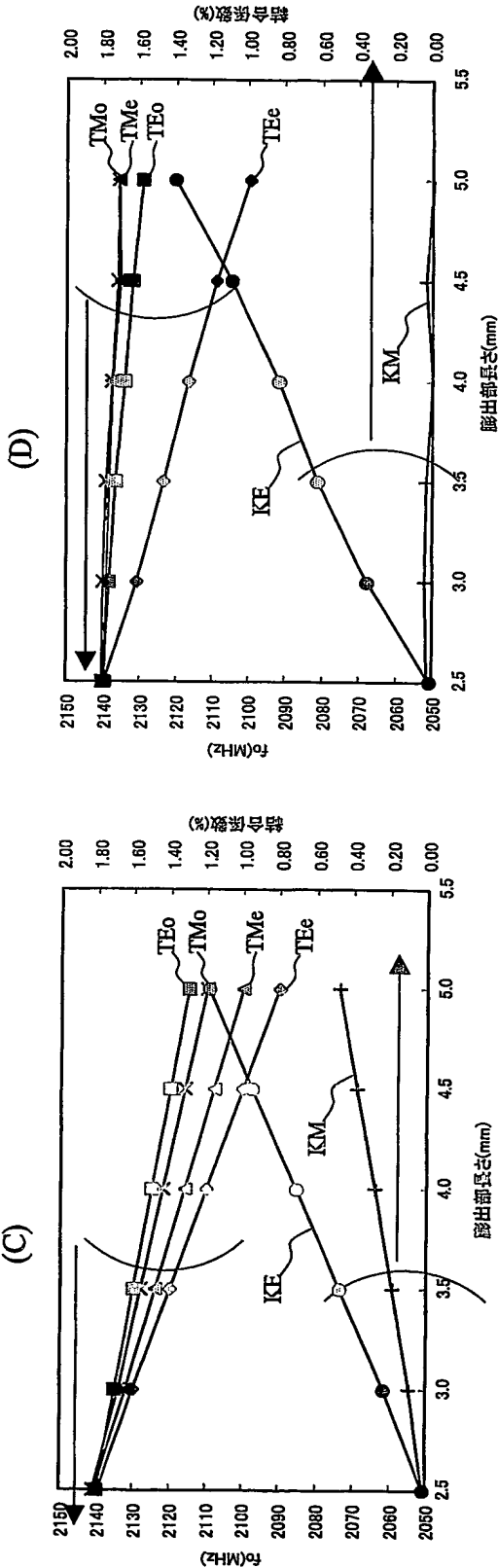
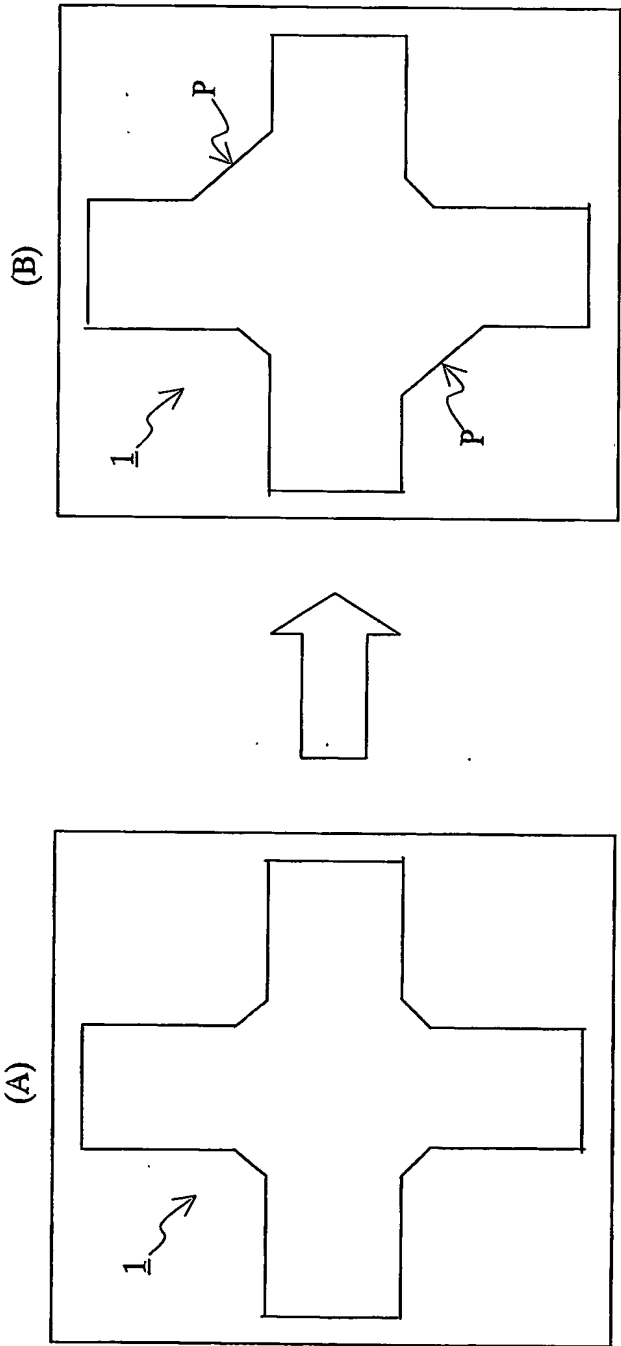


7/22

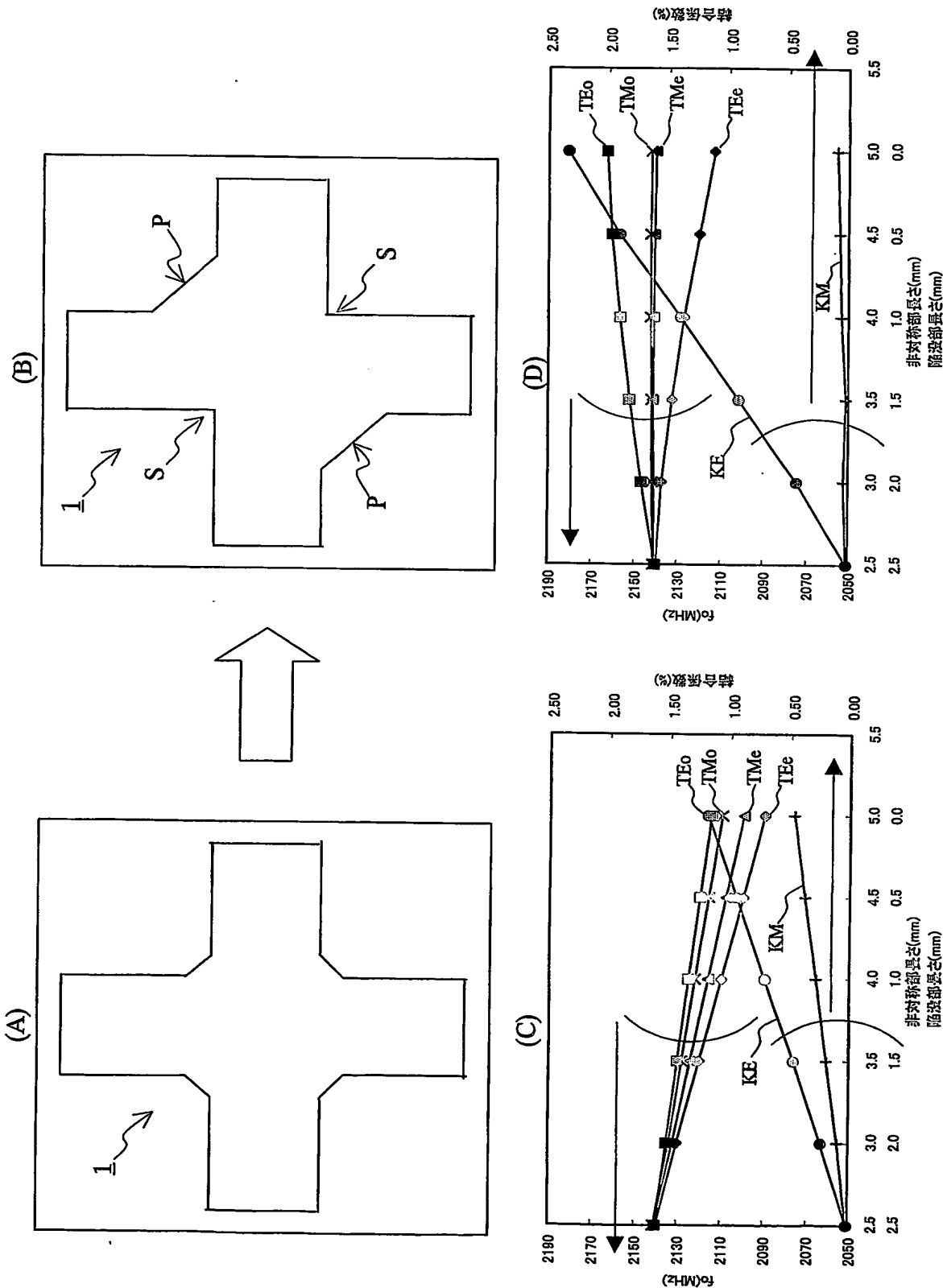
図7



8/22
図8

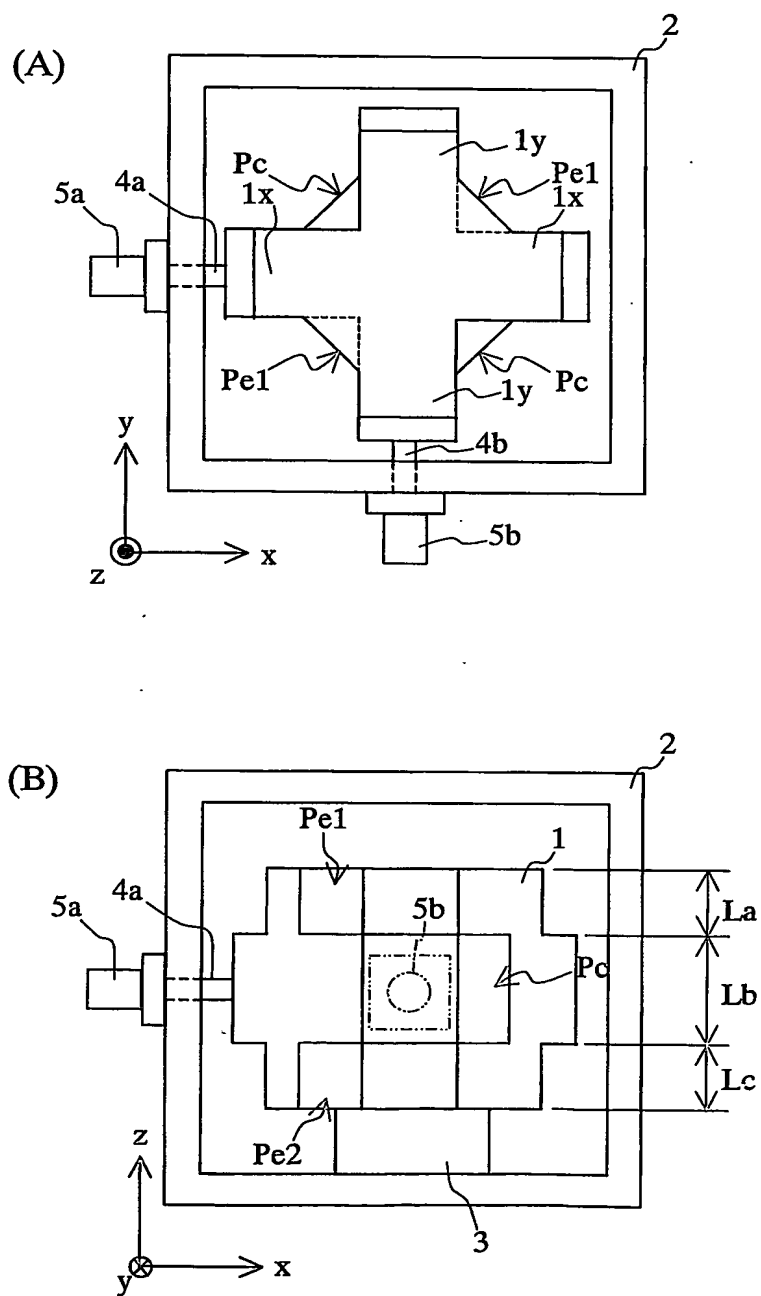


9/22
図9



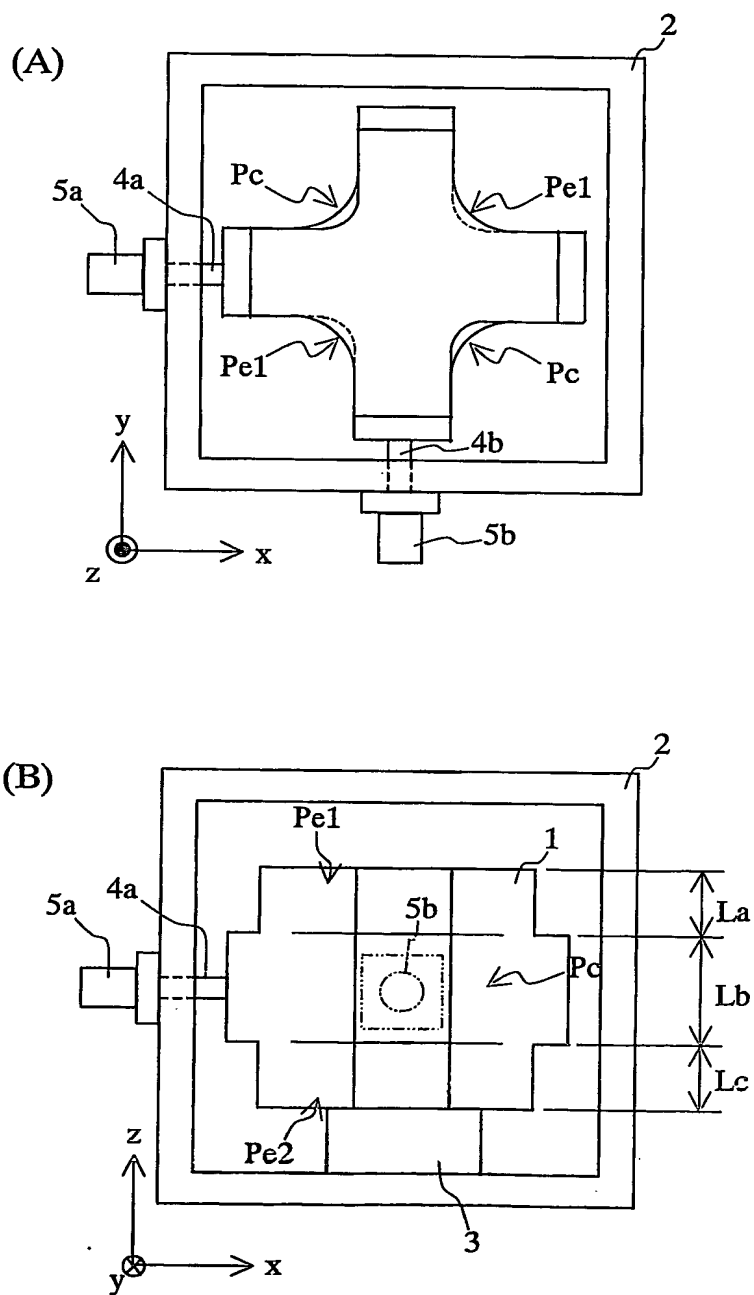
10/22

図10



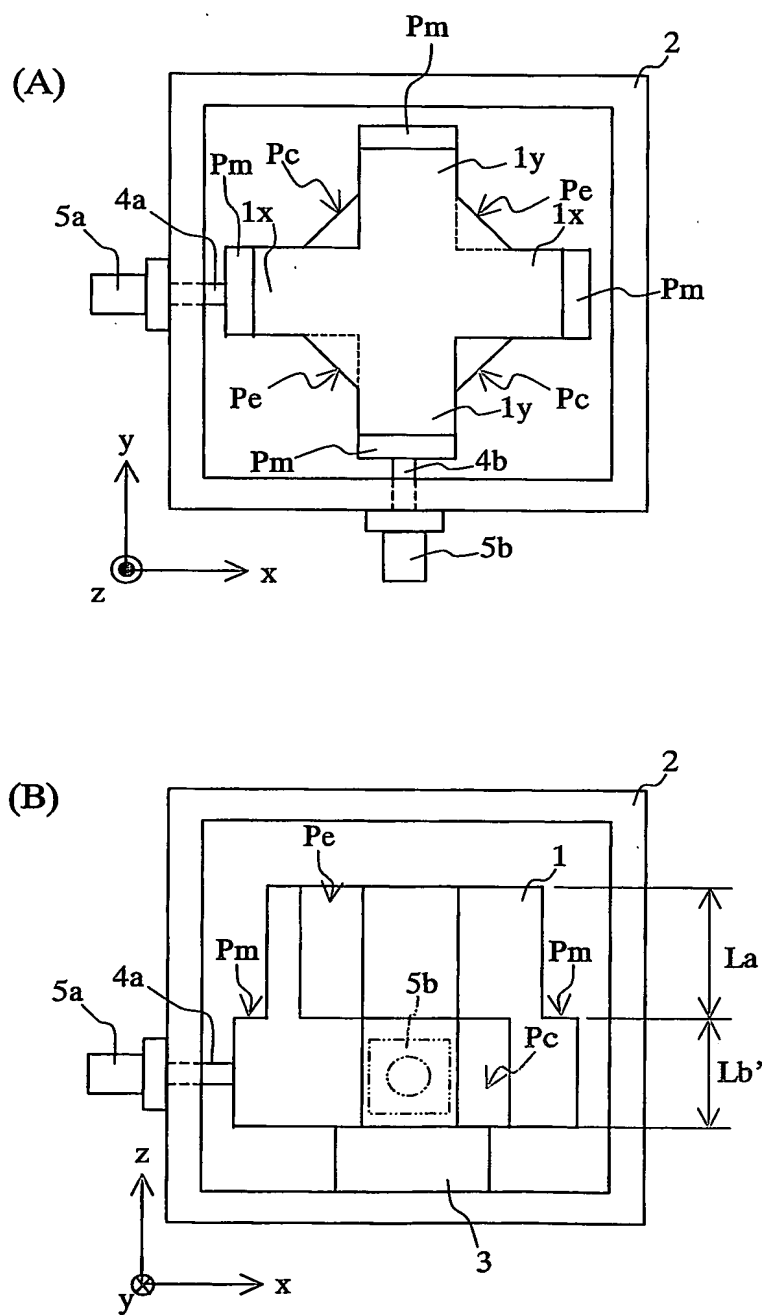
11/22

図11



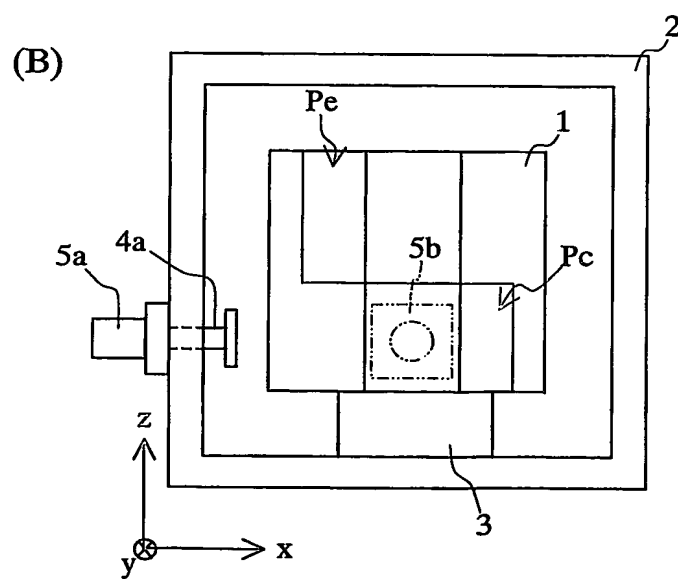
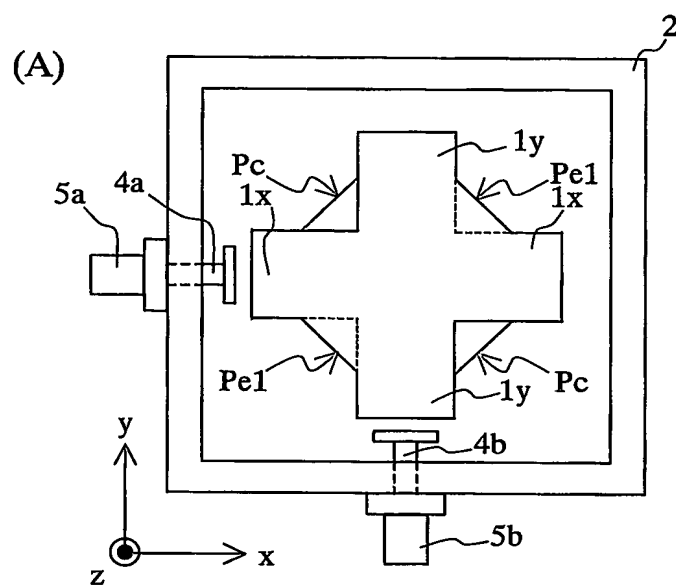
12/22

図12



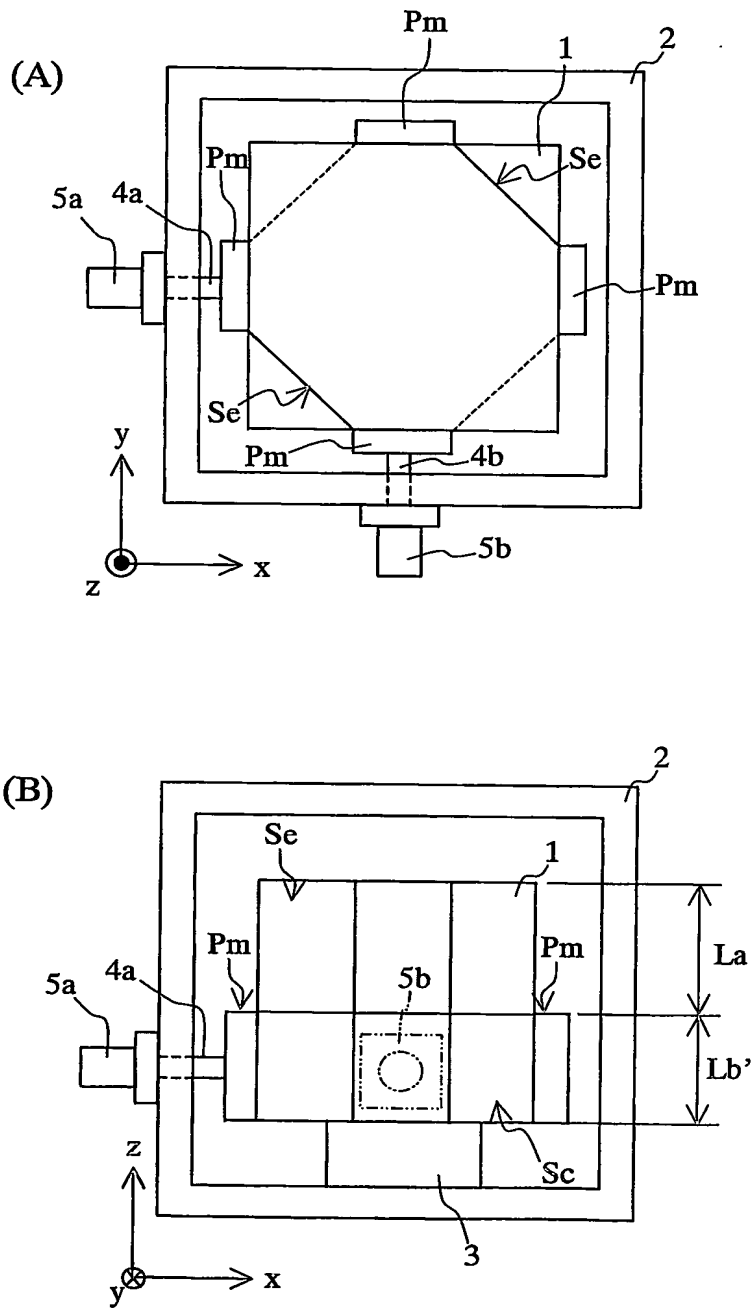
13/22

図13



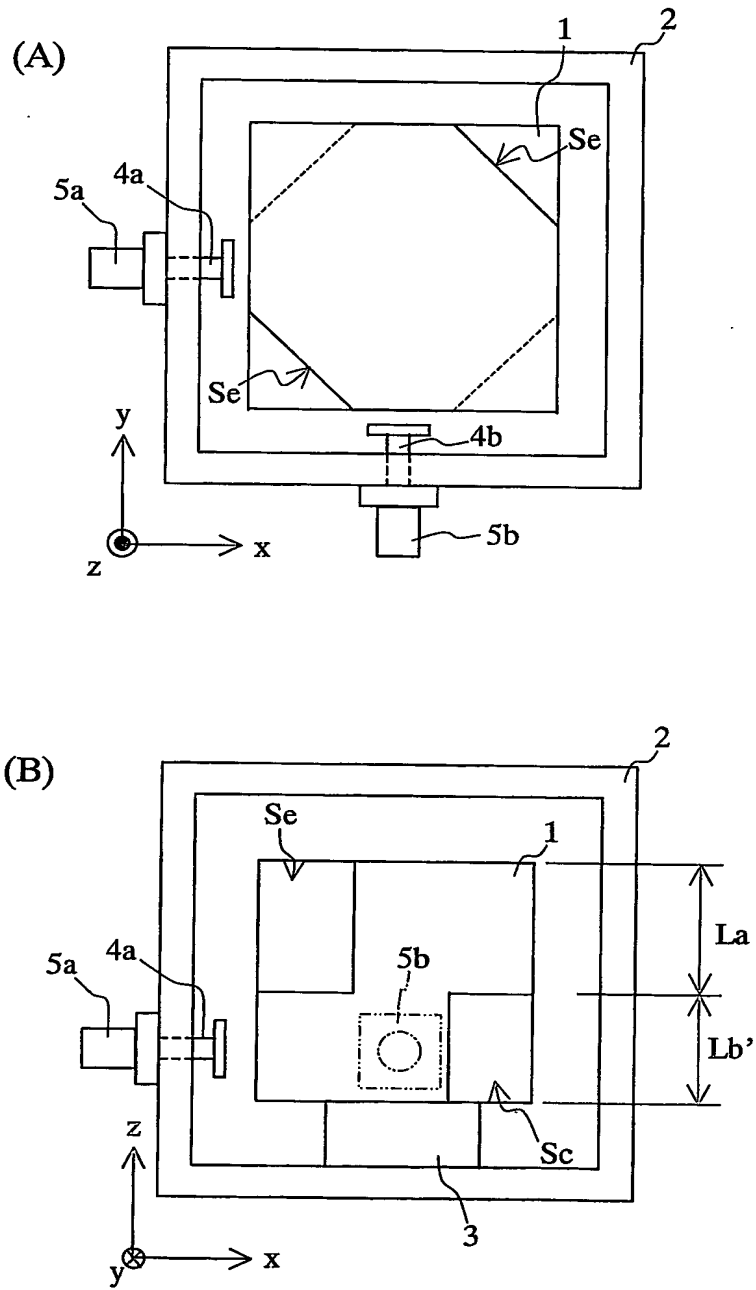
14/22

図14



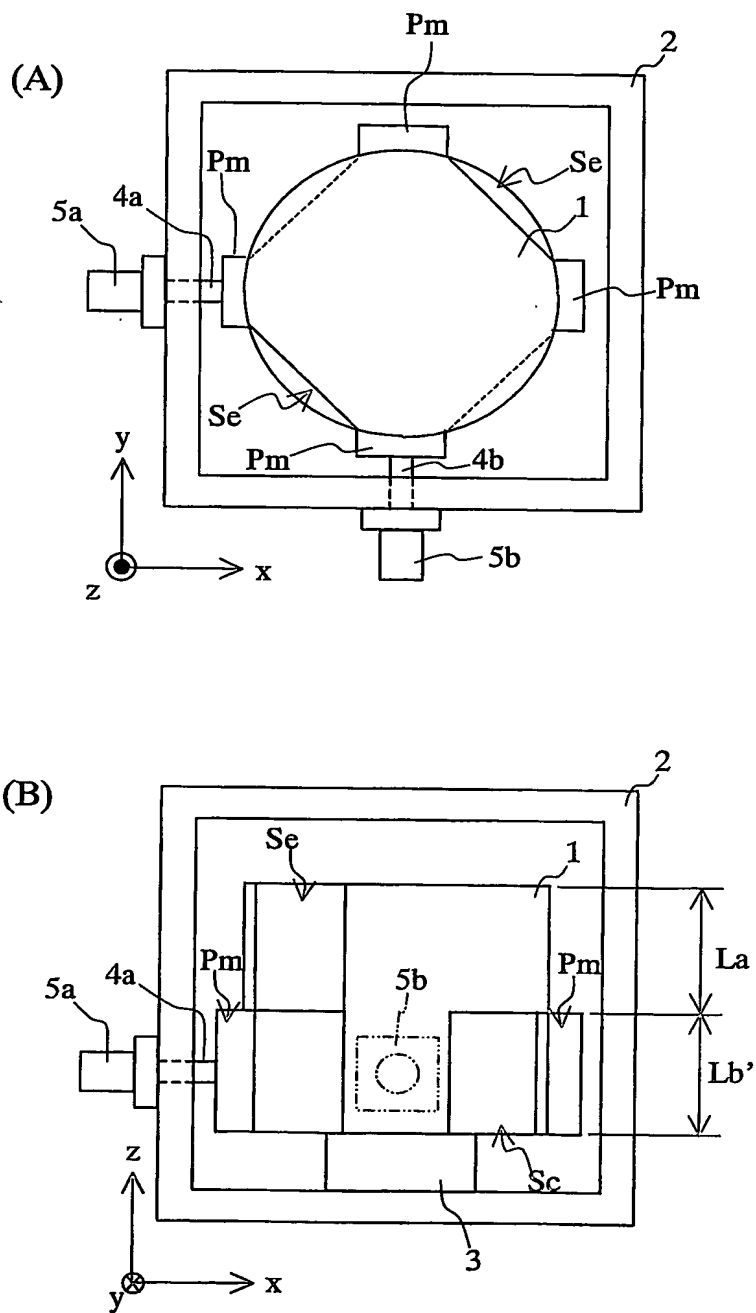
15/22

図15



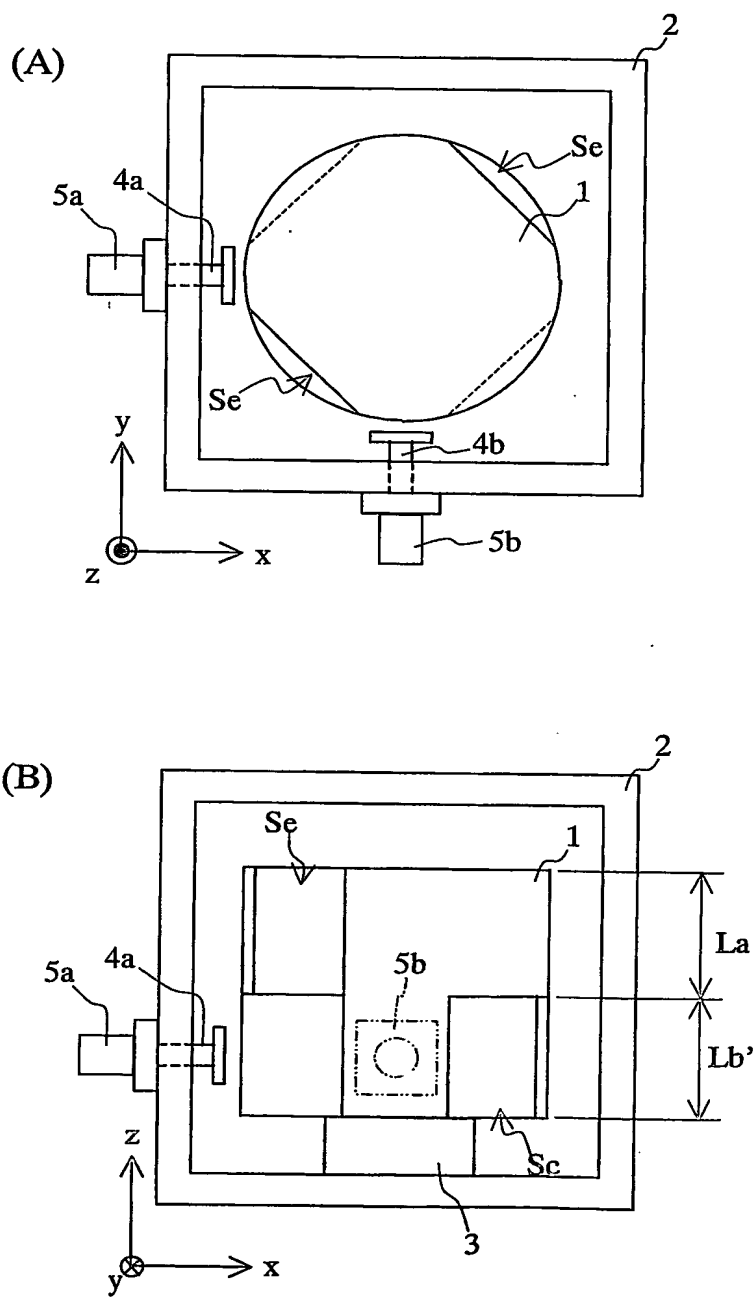
16/22

図16



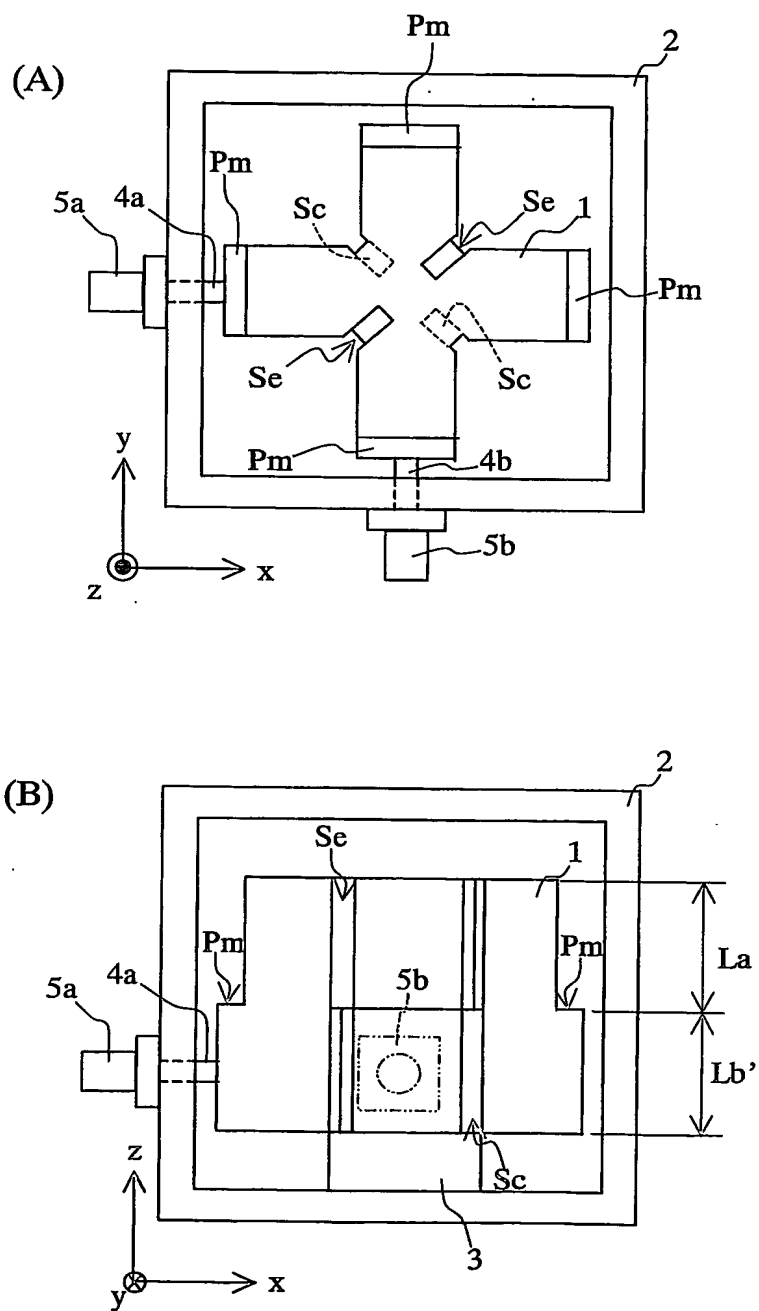
17/22

図17



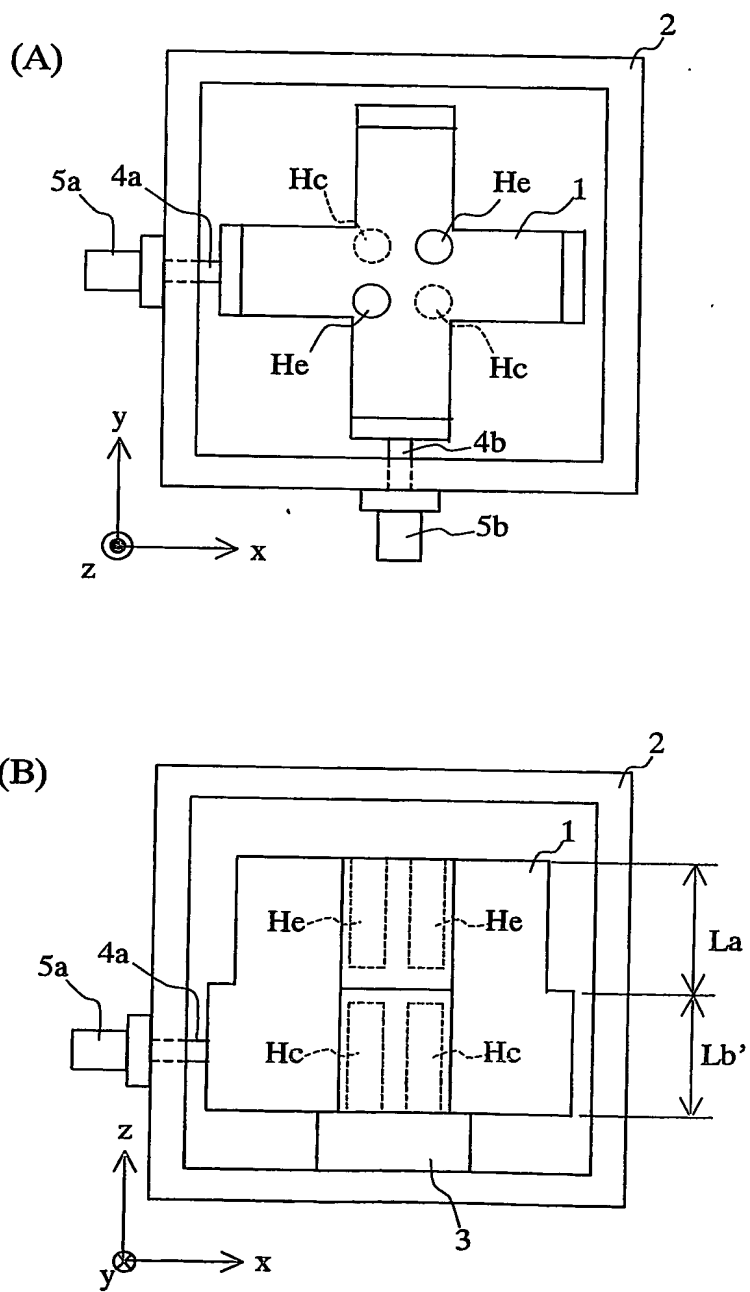
18/22

図18



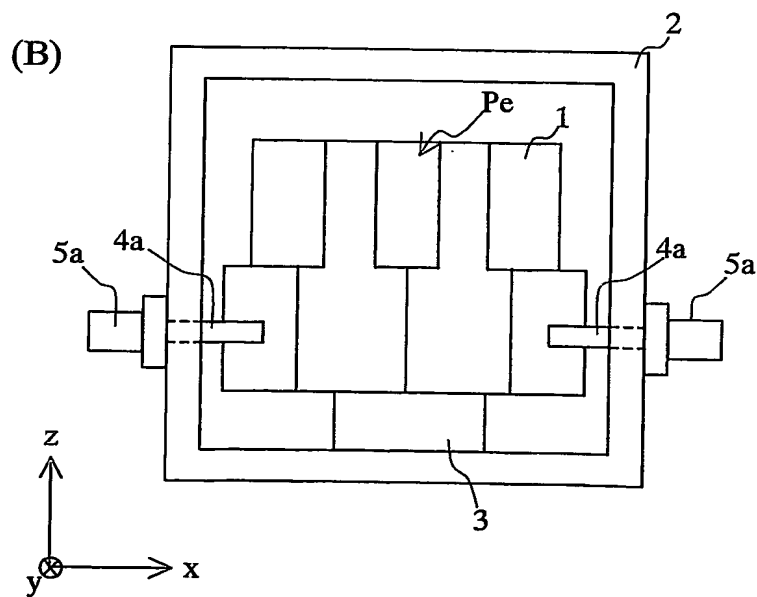
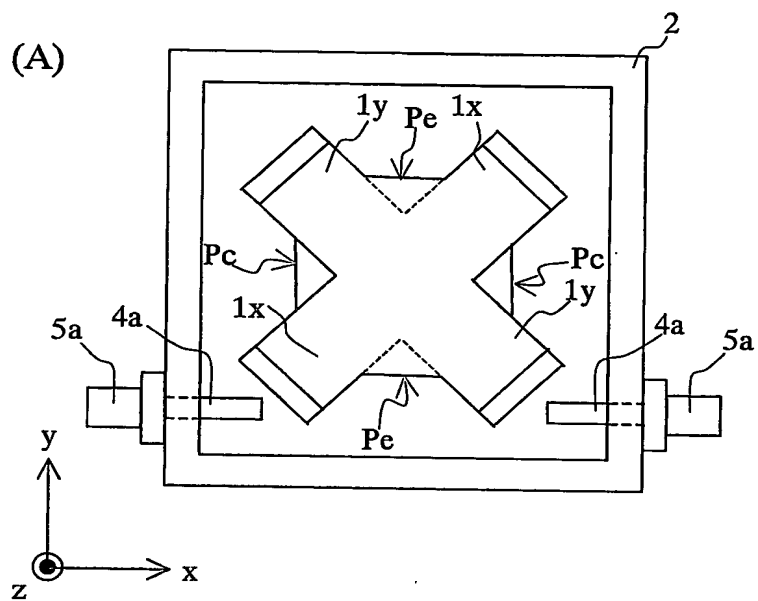
19/22

図19



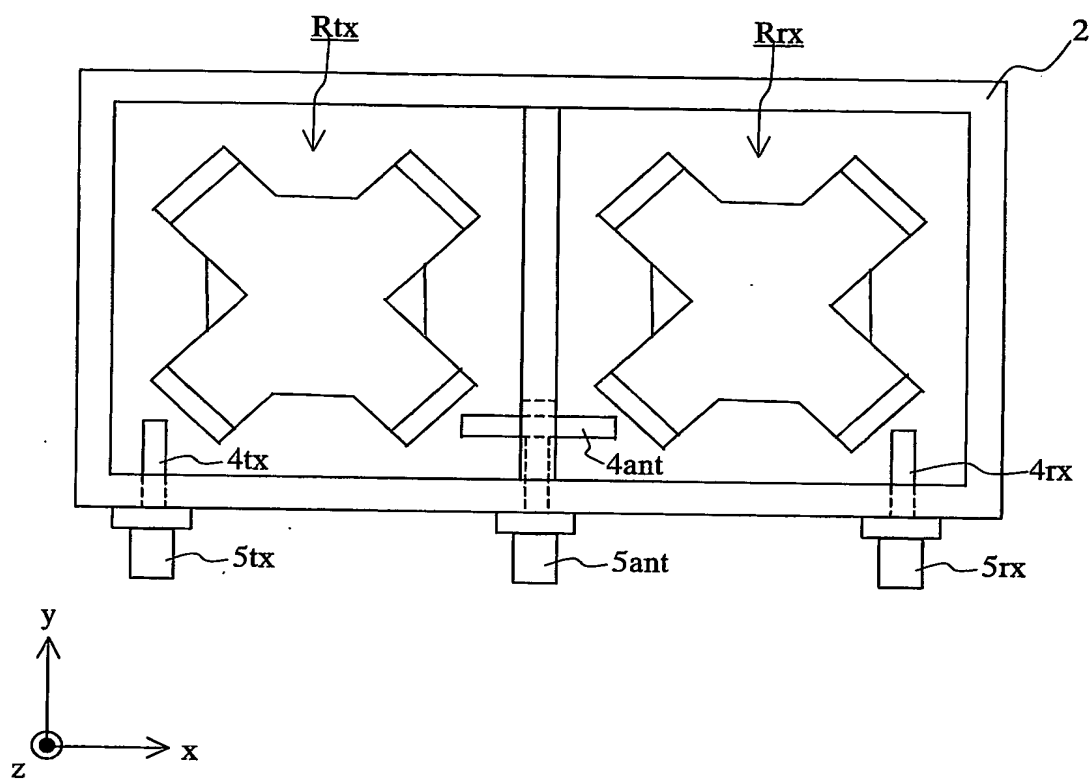
20/22

図20



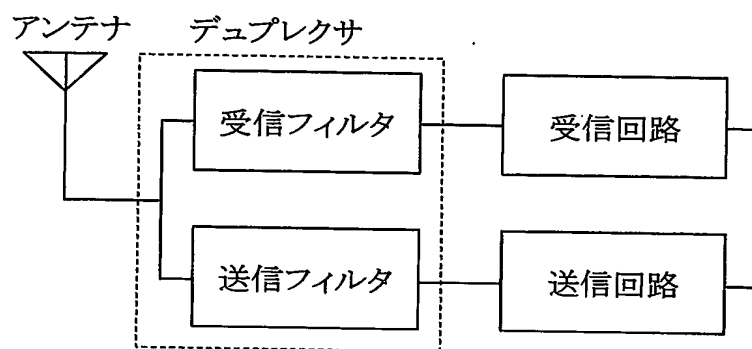
21/22

図21



22/22

図22



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/000409

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01P1/208, H01P7/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01P1/208, H01P7/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1966	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-156511 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 08 June, 2001 (08.06.01), Full text; all drawings & EP 1104043 A1	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
09 February, 2004 (09.02.04)

Date of mailing of the international search report
02 March, 2004 (02.03.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01P1/208, H01P7/10

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01P1/208, H01P7/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1966年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2001-156511 A (株式会社 村田製作所) 2001. 06. 08, 全文, 全図 & EP 1104043 A1	1-6

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 02. 2004

国際調査報告の発送日

02. 3. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

麻生 哲朗

5T

2953

電話番号 03-3581-1101 内線 3566